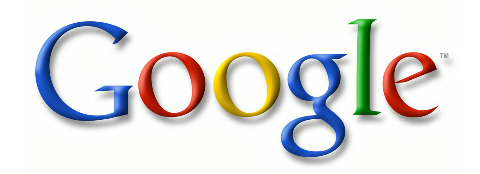
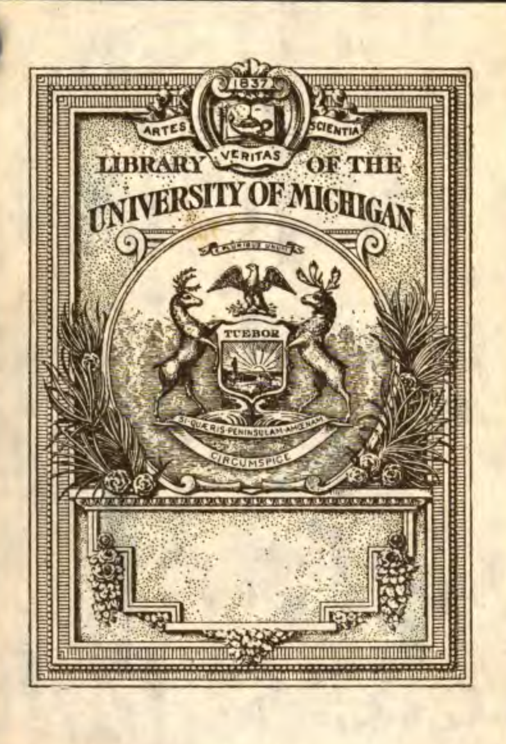



1837
ARTES
VERITAS
SCIENTIA
LIBRARY OF THE
UNIVERSITY OF MICHIGAN
TUEBOR
SI QUÆRIS PENINSULAM AMŒNAM
CIRCUMSPICE





DIE

SÜSSWASSER-FLORA DEUTSCHLANDS, ÖSTERREICHS UND DER SCHWEIZ

BEARBEITET VON

Prof. Dr. G. BECK VON MANNAGETTA UND LERCHENAU (Prag), Dr. O. BORGE (Stockholm), J. BRUNNTHALER † (Wien), Dr. R. GRÖNBLAD (Helsingfors), Dr. W. HEERING † (Hamburg), Prof. Dr. R. KOLKWITZ (Berlin-Steglitz), Dr. E. LEMMERMANN † (Bremen), Dr. J. LÜTKEMÜLLER † (Baden b. Wien), W. MÖNKEMEYER (Leipzig), Prof. Dr. W. MIGULA (Eisenach), Dr. M. VON MINDEN (Hamburg), Prof. Dr. A. PASCHER (Prag), Dr. H. PRINTZ (Drontheim), Prof. Dr. V. SCHIFFNER (Wien), Prof. Dr. J. SCHILLER (Wien), Prof. Dr. A. J. SCHILLING (Darmstadt), H. VON SCHÖNFELDT (Eisenach), C. H. WARNSTORF (Berlin-Friedenau), Prof. Dr. F. N. WILLE (Christiania), Kustos Dr. A. ZAHLBRUCKNER (Wien).

HERAUSGEGEBEN VON

Prof. Dr. A. PASCHER (Prag)

HEFT 7:

CHLOROPHYCEAE IV.

SIPHONOCLADIALES, SIPHONALES

BEARBEITET VON

W. HEERING †

HAMBURG

MIT 95 ABBILDUNGEN IM TEXT



JENA

VERLAG VON GUSTAV FISCHER

1921

Vorwort.

Die vorliegende Süßwasserflora geht auf kleine Übersichten und Tabellen zurück, wie ich sie in meinem Sporenpflanzenpraktikum verwendete. Als die Süßwasserflora von Brauer erschien, nahmen die Ideen bestimmtere Formen an und so erscheint die Süßwasserflora gewissermaßen als Gegenstück zur Süßwasserfauna und auch in ihrem Kleide. Die Süßwasserflora geht aber weit über den Rahmen der Süßwasserfauna hinaus: sie umfaßt Deutschland, Österreich und die Schweiz und behandelt auch viele Formen der anstoßenden Randgebiete. Damit ist der Benutzer in den Stand gesetzt, nicht nur Wiederholungs-, sondern auch Neubeobachtungen zu machen und damit auch seine floristische Kenntnis zu erweitern. Großes Gewicht wurde ferner auch gelegt auf die Betonung ungeklärter Formen, strittiger Fragen in bezug auf Entwicklungsgeschichte und Verwandtschaft, sowie auf Hinweise auf Lücken in unserem Wissen über die einzelnen Hydrophyten. Dadurch wieder kann der Benutzer glückliche Zufälle in der Erlangung geeigneten Materiales, und wie sehr ist jeder besonders bei den Niederen auf derartige glückliche Zufälle angewiesen, auch zur Vervollständigung unseres Wissens verwenden.

Im allgemeinen wurde das vorausgesetzt, was die gebräuchlicheren Lehrbücher der Botanik (Bonner Lehrbuch, Giesenhagen, Prantl-Pax, Chodat u. a.) bringen. Gleichwohl hielt ich es im Interesse von Anfängern für angezeigt, der speziellen Behandlung jeder einzelnen größeren Gruppe noch einen allgemeinen Teil vorauszuschicken, der das Wichtigste aus der Morphologie, Entwicklungsgeschichte, der Biologie, den Untersuchungs-, Kultur- und Präpariermethoden enthält.

Betonen möchte ich ferner, daß die vorliegende Bearbeitung großenteils keine bloße Kompilation wie so viele der in letzter Zeit speziell über die niederen Pflanzen erschienenen Florenwerke darstellt. Viele Gruppen erfuhren, manche das erstemal überhaupt, eine kritische Durcharbeitung, ich verweise hier nur auf die Chryso- und Cryptomonaden, die Peridineen und andere Flagellaten, die Volvocales, Protococcales, die Ulotrichales, Desmidiaceae, Cyanophyceae und viele anderen Familien, kritische Bearbeitungen, die sich wohl mehr dem Fachmann als solche darbieten.

Das Heft Phytoplankton ist hauptsächlich für jene Hydrobiologen gedacht, die ohne Botaniker von Fach zu sein, sich in diesem Heft leicht, ohne sich erst durch die ungeheuere Zahl der Süßwasserformen durcharbeiten zu müssen, über die planktontischen Formen orientieren können. Deshalb werden diesem Hefte auch übersichtliche Tabellen für sämtliche Gruppen, die für unsere heimische Süßwasserflora in Betracht kommen, beigegeben werden, Tabellen, die auch den Benutzern der anderen Hefte in zweifelhaften Fällen Hilfe bringen sollen.

Für Text und bildliche Darstellung übernimmt jeder der Herren Mitarbeiter seine Verantwortung, mit Ausnahme einiger zu zwecken der Einheitlichkeit gemachten Einschübe und sub linea Noten, die auch, als zu meinen Lasten fallend, eigens (A. P.) signiert sind.

Sollte Einzelnes nicht in der erwarteten Weise geglückt sein, und das wird sich ja erst bei der Benutzung herausstellen, so bitte ich in erster Linie die großen Schwierigkeiten, die sich bei einer derartigen Arbeit, speziell aber bei der in einzelnen Gruppen so wenig bekannten Süßwasserflora vorfinden, in Betracht zu ziehen. — Darum werde ich aber auch gerne für unvoreingenommene Ratschläge empfänglich und dankbar sein, soweit sie sich nur im Rahmen des derzeit Erreichbaren und Möglichen bewegen.

Noch muß ich meinen Herren Mitarbeitern, von denen mancher im Verlaufe der Arbeit mein persönlicher Freund geworden ist, danken, die sich so warm der Sache angenommen haben und so oft ihre meist berechtigten Sonderwünsche in der Darstellung ihres Gebietes dem gemeinsamen Zwecke unterordneten und es damit relativ leicht machten, trotz der Ungleichmäßigkeit des Stoffes, einigermaßen Einheitlichkeit zu erzielen. — Dann aber gebührt auch dem Verleger Dank, der ohne jede Kleinlichkeit in seiner großzügigen Weise das Unternehmen förderte und weder an Raum noch an Figuren sparte und für alle Wünsche weitgehendstes Verständnis und Entgegenkommen hatte, so daß es möglich war, der Süßwasserflora textlich wie illustrativ eine bislang kaum erreichte Vollständigkeit zu geben.

Die in diesem Bande der Süßwasserflora gegebene Bearbeitung der Siphonocladialen und Siphonalen stellt die letzte Arbeit Dr. Wilhelm Heerings vor, der (geboren 1876 zu Altona) im Mai 1916 vor Verdun fiel. Der ausgezeichnete Algologe hat mit dieser Bearbeitung — und auch der der Ulotrichalen im Bande 6 — der Algologie einen überaus wichtigen Dienst geleistet, dadurch, daß er in jahrelanger, mühevollster Arbeit Ordnung und Klarheit in dieses systematische wie nomenklatoristische Wirrsal brachte. Seine Bearbeitungen haben damit bleibenden Wert für alle kommenden Algologen. Für die große Liebe und Sorgfalt, die er der Süßwasserflora entgegenbrachte und mit der er ihr seine letzte Arbeit widmete, sagen ihm Verleger und Herausgeber Dank.

Prag, Dezember 1912. / Oktober 1921.

A. P.

Siphonocladiales. — Siphonales.

Einleitung

von

A. Pascher.

Dieses vierte Heft der Chlorophyceen umfaßt jene Ordnungen der zellulären Grünalgen, deren Zellen im entwickelten Zustande mehrkernig — polyenergid — sind. Bei ihnen ist im Gegensatze zu den in den drei vorhergehenden Heften behandelten Chlorophyceen die Kernteilung nicht mit der Zellteilung gekoppelt, gleichzeitig mit der Kernteilung tritt nicht Zellteilung ein, sondern die Zelle vergrößert sich nur entsprechend. Dies ist besonders deutlich bei jenen Formen, die in ihrer Entwicklungsgeschichte auf einkernige Schwärmer zurückgreifen. Diese, typisch isokont gebaut und mit den Schwärmern der anderen Chlorophyceen völlig übereinstimmend, kommen zur Ruhe und bilden zunächst einen kleinen, einzelligen Keimling mit einem Kerne aus. Während aber bei den Ulotrichalen bei der Kernteilung dieses Keimlings eine Scheidewand angelegt wird und dadurch ein kurzer Faden, aus zwei einkernigen Zellen bestehend, entsteht, kommt es bei der Kernteilung innert des Siphonalenkeimlings nicht zur Bildung von solchen Querwänden, sondern nur zur Vergrößerung der Zelle, die dann weiter parallel zur Kernvermehrung erfolgt. So entstehen in einfachster Form große blasenförmige vielkernige Zellen, deren Protoplast ein vielkerniges Plasmodium darstellt, das hier aber von einer Zellhaut umgeben ist.

Für die früher oder später einsetzende Vermehrung durch Zoosporen erfolgt dann Zerspaltung des Plasmas unter gleichzeitiger Kernvermehrung in so viel Portionen als Kerne vorhanden sind; diese einkernigen Teilstücke wandeln sich in Schwärmer um und treten aus.

Derart einfache blasenförmige Formen finden sich nun unter den Süßwasserchlorophyceen nicht, das hier gewöhnlich als Beispiel einer einfachen Siphonee herangezogene *Botrydium* ist keine Chlorophycee, sondern gehört zu den Heterokonten, die ebenfalls siphonale Formen ausgebildet haben.

Bei den Schwärmern der Siphoneen tritt daher die monergide Ausgangsorganisation wieder auf. Nur bei einer Familie der Siphonalen, den *Vaucheriaceae*, hat sich der plasmodiale Charakter sogar auf die Zoosporen ausgedehnt, hier treten nicht Einzelschwärmer als Verbindungsorgane aus, sondern vielkernige Plasmamassen mit so viel Geißelpaaren, als Kerne darin vorhanden sind: Synzoosporen. Dagegen bleiben die Sexualzellen der *Vaucheriaceae* monergid.

Durch mannigfache Ausbildung dieser einen vielkernigen Zelle, die in einzelnen Gattungen bereits weitgehende Arbeitsteilung gemäß den Funktionen von Wurzel, Blatt und Stengel zeigt, hat es diese einzellige vielkernige Reihe der Grünalgen zu einer sehr großen Fülle von Formen gebracht, die sich in ihrem Aufbau im

allgemeinen auf zwei Prinzipien zurückführen lassen. Sie sind aber fast alle marin. Nur eine Familie lebt auch im Süßwasser, die Familie der *Vaucheriaceae;* kriechende, verzweigte, schlauchartige, oft fast terrestrisch lebende Zellen. Aber auch sie sind in ihrer Zugehörigkeit zu den Siphonalen resp. zu den Chlorophyceen nicht sicher. Sie weichen in mancher Hinsicht von den Chlorophyceen ab und nähern sich in vielem den Heterokonten. Leider sind gerade hier die Geißelverhältnisse der Synzoosporen noch nicht genügend genau bekannt, sie haben aber ein den Heterokonten hohen Karotengehalt, als Assimilat Fette und Öle. Nur eine Gattung scheint sicher zu den Chlorophyceen zu gehören: *Dichotomosiphon.*

Dieser Gruppe von vielkernigen, einzelligen Chlorophyceen, die als *Siphonales* bezeichnet wird, steht eine andere Gruppe gegenüber, deren Vegetationskörper aus mehreren solchen vielkernigen Zellen in verschiedener Weise zusammengesetzt ist, die *Siphonocladiales.* Auch hier sind verschiedene Prinzipien des Aufbaues vorhanden, die ebenfalls vorherrschend an marinen Formen in verschiedener Weise realisiert sind. Im Süßwasser finden sich nur fadenförmig zusammengesetzte Familien, die *Cladophoraceae* und die *Sphaeropleaceae*, letztere ausschließlich im Süßwasser, beide an verzweigte oder unverzweigte Ulotrichalen erinnernd.

Es ist schwer zu entscheiden, ob diese vielkernigen Typen der Chlorophyceen auf einkernige zelluläre Grünalgen zurückgehen, die dann mit der Zeit mehrkernig wurden, oder ob sie Typen darstellen, die in ihren phylogenetischen Wurzeln zwar auf einkernige Flagellatentypen zurückgehen, von diesen ausgehend aber direkt vielkernige Algen ausbildeten, und dann nicht die polyenergide Weiterentwicklung ursprünglich einkerniger zellulärer Algen darstellen. Letzterer Fall ist ja derzeit noch zu verfolgen: *Pediastrum*, ursprünglich einkernig, wird oft im Alter mehrkernig, das verwandte *Hydrodictyon* in seinen Jugendzellen einkernig, erwachsen vielkernig; oder unter den Heterokonten *Chacaciopsis* einkernig, das genau so gebaute *Ophiocytium* und *Sciadium* vielkernig, wobei diese vielkernigen Typen sicher auf einkernige Typen zurückzugehen scheinen. Dieser Entwicklungsgang scheint für einige *Siphonocladiales* sicher zuzutreffen.

Das scheint aber nicht der Fall zu sein bei den Siphonalen; sie sind fast alle Meeresbewohner, haben ihren ganzen Formenreichtum im Meere entwickelt und sind im Süßwasser überhaupt, oder doch nur in sehr fraglich zu den Chlorophyceen gehörenden Formen vertreten. Sie machen den Eindruck einer uralten Reihe, wogegen auch der Umstand nicht spricht, daß sie in manchen Familien heute noch in voller Entwicklung zu sein scheinen. Persönlich neige ich überhaupt dazu, die polyenergide, siphonale Konstruktion für älter, den monergiden Bautypus für jüngerzu halten.

Für die Übersicht dieses Heftes sei als Übersicht, die aber nur für die Süßwasserflora zutrifft, gegeben:

Algen, im entwickelten Zustande vielkernig, aus einer einzigen Zelle bestehend. **Siphonales** S. 69.

Algen, im entwickelten Zustande vielkernig, aus mehreren bis vielen Zellen zusammengesetzt. **Siphonocladiales** S. 2.

Die erste Ordnung nur mit zwei, und auch nur sehr bedingt hierhergehörigen Gattungen, letztere mit einigen Gattungen im Süßwasser.

Siphonocladiales[1]).

Von

† **W. Heering** (Hamburg).

(Mit 58 Abbildungen im Text.)

Merkmale.

Chlorophyllgrüne Algen mit ein- oder mehrstelligem Thallus, meistens reich verzweigt. Zellen meist mit vielen Zellkernen. Chromatophor wandständig, gewöhnlich netzartig, seltener in einzelne Platten aufgelöst. Geschlechtliche Fortpflanzung durch Kopulation von Isogameten oder durch Eibefruchtung.

Allgemeiner Teil.

Die Familien *Cladophoraceae*, *Siphonocladiaceae*, *Valoniaceae* und *Dasycladaceae* sind Meeresbewohner, nur die *Cladophoraceae* enthalten einige Gattungen, die durch mehr oder weniger Arten im Süßwasser vertreten sind. Ausschließlich im Süßwasser findet sich die Familie *Sphaeropleaceae*, die durch die oogame Fortpflanzung von den übrigen Familien scharf geschieden ist. Für diese Flora kommen daher nur die letztgenannte Familie und die *Cladophoraceae* in Frage. Von einer zusammenhängenden Besprechung der allgemeinen Verhältnisse bei den *Siphonocladiales* soll daher Abstand genommen werden, um nicht auf die vielfach abweichenden Verhältnisse bei den marinen Formen eingehen zu müssen, deren Kenntnis hier für den speziellen Teil ohne Bedeutung ist. Dagegen werden die allgemeinen morphologischen Verhältnisse bei den Familien selbst ausführlicher behandelt werden.

Die Vielkernigkeit der Zellen ist ein Merkmal, das auf eine Verwandtschaft mit den *Siphonales* (s. S. 69) hinweisen könnte. Von diesen unterscheiden sich die Süßwasserformen der *Siphonocladiales* durch die stets vorhandene Bildung von Querwänden im Thallusfaden.

Gelegentlich sind auch bei den *Siphonocladiales* einkernige Zellen beobachtet worden. Dann ist aber aus den sonstigen Verhältnissen die Zugehörigkeit zu dieser Ordnung ersichtlich.

Aus ähnlichen Überlegungen scheint mir die Beobachtung, daß die zweigeißeligen Zoosporen von *Rhizoclonium* und *Cladophora* manchmal ungleich lange Cilien besitzen können, nicht ausreichend, um die Annahme der Klasse *Heterokontae* (Heft XI) hinfällig zu machen, da die Ungleichheit der Cilien nur eins unter mehreren Merkmalen ist, die die *Heterokontae* auszeichnen, ebensowenig wie natürlich aus dieser Übereinstimmung auf eine Verwandtschaft geschlossen werden kann.

1) Algenarten, vor deren Namen ein * steht, sind im Gebiete noch nicht gefunden worden, ihr Vorkommen hier ist aber wahrscheinlich.

Wichtigste Literatur.

Brand, F., *Cladophora*-Studien. Bot. Centralbl. LXXIX, 1899.
—, Über einige Verhältnisse des Baues und Wachstums von *Cladophora*. Bot. Centralbl., Beih., Bd. X, 1901.
—, Die *Cladophora*-Aegagropilen des Süßwassers. Hedwigia XLI, 1902.
—, Über die Anheftung der Cladophoraceen und über verschiedene polynesische Formen dieser Familie. Beih. Bot. Centralbl., XVIII, 1904.
—, Zur Morphologie und Biologie des Grenzgebietes zwischen den Algengattungen *Rhizoclonium* und *Cladophora*. Hedwigia, XLVIII.
—, Über *Cladophora crispata* und die Sektion *Aegagropila*. Hedwigia, XLV.
—, Über die Faserstruktur der *Cladophora*-Membran. Ber. Deutsche Bot. Ges. 1906.
—, Über Membran, Scheidewände und Gelenke der Algengattung *Cladophora*. Ber. Deutsche Bot. Ges., XXVI. Festschrift. 1908.
—, Über die morphologischen Verhältnisse der *Cladophora*-Basis. Ber. Deutsche Bot. Ges., XXVII, 1909.
Carter Nellie, The cytology of Cladophoraceae. Ann. of Botany, XXXIII (1919).
De Toni, Sylloge Algarum I, 1889.
Golenkin, M., Algologische Mitteilungen. Bull. Soc. imp. nat. Moscou 1899.
Heinricher. E, Zur Kenntnis der Algengattung *Sphaeroplea*. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges., I (1883).
Klebahn, H., Die Befruchtung von *Sphaeroplea annulina* Ag. Festschrift für Schwendener 1899.
Němec, Über die Kernteilung bei *Cladophora*. Bullet. intern. l'acad. scienc. de Bohême 1910.
Oltmanns, F., Morphologie und Biologie der Algen. Jena 1904—1905.
Lagerheim, G. v., Über die Süßwasserarten der Gattung *Chaetomorpha*. Deutsche Bot. Ges. 1887.
Stockmayer, S., Über die Algengattung *Rhizoclonium*. Verh. der k. k. zoologisch-botanischen Gesellschaft in Wien 1890.
Wille, N., *Chlorophyceae* in Natürliche Pflanzenfamilien. Leipzig 1907. Nachträge 1909.
—, Studien über Chlorophyceen. VII. Über einige *Rhizoclonium*-Arten. Videnskabsselskabets Skrifter. I. Math.-naturw. Klasse, 1900. Christiania 1901.

Bestimmungsschlüsse der Familien[1].

Verzweigte oder unverzweigte Fäden. Zellen mit netzförmigem Chromatophor oder mit zahlreichen einzelnen Chromatophorplatten, die aber nie zu parallelen Gürteln vereinigt sind. **Cladophoraceae** (S. 5).

1) Die Gattung *Sphaeroplea*, die einzige der Familie *Sphaeropleaceae*, ist stets von allen Fadenalgen mit Leichtigkeit zu unterscheiden. Die *Cladophoraceae* sind von den übrigen fadenförmigen Grünalgen meist leicht zu unterscheiden. Die größeren Formen fühlen sich starr an und zeichnen sich meist durch das Fehlen eines Schleimüberzuges aus. Sie sind von den *Vaucheriaceae*, die ihnen makroskopisch ähnlich sein können, mikroskopisch sofort durch die Querwände zu unterscheiden. Die unverzweigten Formen können mit *Microspora* und *Tribonema (Conferda)* verwechselt werden. Mitunter wird sogar die für diese Gattungen charakteristische H-Struktur vorgetäuscht. Nie findet aber etwa beim Kochen mit

Unverzweigte Fäden. Zellen mit mehreren gürtelförmigen wandständigen Chromatophoren, die aus einzelnen Platten zusammengesetzt sind oder mit Oosporen gefüllt.

Sphaeropleaceae (S. 62).

Cladophoraceae.

Thallus sehr selten mikroskopisch klein, meist mehrere Zentimeter oder Dezimeter groß, aus einem einfachen oder verzweigten Faden bestehend[1]). Ein eigentlicher Hauptstamm ist nicht vorhanden, sondern die Verzweigungen gehen allmählich ineinander über[2]). In jeder Zelle finden sich ein bis viele Zellkerne und ein meist netzförmiger, wandständiger Chromatophor, meist mit zahlreichen Pyrenoiden. Die meisten Arten sind von Jugend an festsitzend, nur wenige haben keinerlei Vorrichtungen zum Festhaften. Die Haftorgane können basal und apikal sein. Die letzteren entstehen durch Umbildung von Zweigen (Helikoide, Cirroide) oder sind apikale Rhizoide. Die basalen Haftorgane sind Dermoide und basale Rhizoide. Erstere sind Ausscheidungen der aus der Zoospore hervorgehenden Basalzelle, letztere entstehen entweder ebenfalls aus der Basalzelle (primäre Rhizoide) oder aus später gebildeten Fadenzellen (sekundäre Rhizoide).

Die festsitzenden Arten bewohnen meist totes Substrat, seltener sind sie epiphytisch oder epizootisch. In diesem Fall können die Rhizoide selbst in das lebende Gewebe eindringen.

Vegetative Vermehrung erfolgt durch Zerfall der Einzelpflanzen, durch Wiederaustreiben von Rhizoiden und einzelnen älteren Zellen, durch spontane Ablösung von Zweigen, durch Ausläufer und durch Akineten. Ungeschlechtliche Fortpflanzung[3]) erfolgt durch Zoosporen mit vier gleich langen oder zwei (immer?)[4]) ungleich langen Cilien. Geschlechtliche Fortpflanzung (wo bekannt) durch Isogameten.

Allgemeiner Teil.

Für die Verzweigung hat Brand eine Gesetzmäßigkeit festgestellt, die er als das Gesetz der Evektion bezeichnet. Die Anlage eines Zweiges besteht in einer unter einem rechten Winkel abstehenden Umstülpung am oberen Ende der Zelle. Der Zweig hat das Bestreben, sich nach oben zu richten. Nach Brand setzt nun zugleich mit dem Wachstum des Zweiges ein Flächenwachstum der Mutterzelle ein. Führt dieses Wachstum zu einer Erweiterung

---

verdünnter Kalilauge ein Zerfall des Fadens in H-förmige Bruchstücke statt. Nach Brand lassen sich in Algengemischen die Cladophoraceen durch Schnellfärbung mit Methylgrünessigsäure schnell erkennen, da dieser Farbstoff vom Cladophoraceenprotoplast gespeichert wird.

1) Bei einer Gattung (*Aegagropila*) bilden mehrere Individuen zusammen ein für die Art charakteristisches Aggregat, das aber nicht als Coenobium bezeichnet werden kann, da in gleicher Weise Eigentümlichkeiten des Baues der Einzelpflanzen, wie zufällige äußere Einflüsse bei dem Zustandekommen der Aggregatformen eine Rolle spielen.

2) Der Einfachheit halber sind im folgenden trotzdem die Bezeichnungen Stamm, Äste, Zweige gebraucht, um die aufeinanderfolgenden Ordnungen der Verzweigung zu bezeichnen. Ein selbständig gewordener Zweig wird demgemäß wieder als Stamm bezeichnet.

3) Über das Vorkommen von Aplanosporen s. S. 27.

4) Es liegt erst eine einzige Angabe (Wille) vor, die noch neuerlicher allgemeiner Nachprüfung bedarf.

des oberen Teils der Mutterzelle durch Zuwachs unterhalb der Zweiganlage, so wird der Zweig emporgehoben, so daß er schließlich auf dem oberen Ende der Mutterzelle steht, während die über derselben liegende Zelle ihre Lage beibehält (Fig. 1, 2). Führt das Wachstum der Mutterzelle zu einer Vorwölbung der oberen Querwand, bei einer geringeren Verbreiterung der Zelle, so wird die Zweiganlage ebenfalls emporgehoben, zugleich aber die auf die Mutterzelle folgende Zelle aus der Richtung verschoben.

Die Grenze zwischen der Mutter- und Tochterzelle wird durch eine ringförmige Einschnürung angegeben. Normalerweise entsteht hier die trennende Scheidewand. Es gibt aber auch vorgerückte (Fig. 4c), halb zurückgerückte (Fig. 4d) und ganz zurückgerückte (Fig. 4e) Scheidewände. Mitunter wird die Scheidewand erst angelegt, wenn die Zweiganlage schon eine verhältnismäßige Größe erreicht hat (verspätete Scheidewandbildung, Fig. 4b), selten entsteht die Scheidewand schon vor der Anlage des Zweiges als zurückgerückte Scheidewand.

Die von Brand gegebene Deutung des Evektionsvorganges hat Widerspruch gefunden besonders bei Nordhausen. Dieser zieht hauptsächlich die komplizierten Verhältnisse der *Cladophora*-Membran zur Erklärung heran. Für die Systematik ist ein näheres Eingehen auf diese Fragen unnötig. Unter den Argumenten, die Brand später gegen Nordhausen anführt, scheint mir, außer der größeren Einfachheit der Brandschen Erklärungsweise besonders der Umstand wichtig zu sein, daß die Evektion im Sinne Brands auch bei solchen Algen[1]) stattfindet, die eine wesentlich einfachere Membran besitzen als *Cladophora*. Hier würden die von Nordhausen angeführten Erklärungsversuche nicht ausreichen.

Für die Systematik ist nicht die Erscheinung der Evektion an sich, sondern ihr Resultat, das Auftreten der Scheindichotomieen wichtig. Diese bilden sich, wenn ein Ast nach vollendeter Evektion die Dicke des Stammes erreicht hat. Finden sich diese Scheindichotomieen schon an ganz jungen Abschnitten, so ist die Evektion normal (Fig. 1), finden sie sich nur an den ältesten Teilen, so ist sie verlangsamt (Fig. 2). Bei normaler und verlangsamter Evektion ist der Aufbau des Thallus monopodial. Drängt aber die Zweiganlage die auf die Mutterzelle folgende Zelle ganz zur Seite und stellt sie sich in die Richtung des Hauptzweiges, so liegt eine dislozierende Evektion vor und der Aufbau des Thallus ist sympodial (Fig. 3).

Wenn der Zweig nicht am Ende der Zelle entspringt, so fehlt eine Evektion. Fälle von derartiger subterminaler Insertion (Fig. 4a) sind bei *Cladophora* selten, bei den anderen verzweigten Gattungen der Familie häufig oder die Regel. Eine besonders auffällige Form der Insertion ist nach Brand als eine mit der Evektion in Zusammenhang stehende Erscheinung aufzufassen und wird von ihm als Transvektion bezeichnet. Sie entsteht dadurch, daß der hinaufrückende Ast den Haftpunkt an der oberen Wand seiner Mutterzelle aufgibt, die Insertionsebene auch ihre Orientierung nicht ändert, sondern einfach über das obere Ende der Mutterzelle hinweggleitet und mehr oder weniger auf die Seitenwand der nächstfolgenden Stammzelle hinaufrückt. Wenn die Basis des Astes zum

1) Vgl. Heft VI, *Ulotrichales*, S. 11.



Teil auf der Mutterzelle, zum Teil auf der nächstfolgenden Stammzelle sitzt, liegt eine halbe (Fig. 4f), wenn sie vollständig auf letztere hinaufgerückt ist, eine ganze Transvektion vor (Fig. 4g).

Echte Dichotomieen kommen bei den *Cladophoraceae* überhaupt nicht vor. Außer den Scheindichotomieen (Fig. 5), die mit der Evektion in Zusammenhang stehen, unterscheidet Brand Matrikeldichotomieen und falsche Dichotomieen. Eine Matrikeldichotomie (Fig. 7) entsteht, wenn ein Ast subterminal entspringt und durch eine vorgerückte Scheidewand von der Mutterzelle abgegrenzt wird. Eine falsche Dichotomie entsteht, wenn ein Ast schon die Stärke der Mutterzelle erreicht hat, während seine Evektion noch zurückgeblieben ist und der Stamm sich nach der dem Aste entgegengesetzten Seite abbiegt (Fig. 8). Bei der Scheindichotomie tritt oft eine Verwachsung der untersten Astzelle mit der auf die Mutterzelle folgenden Stammzelle ein (Fig. 6)[1].

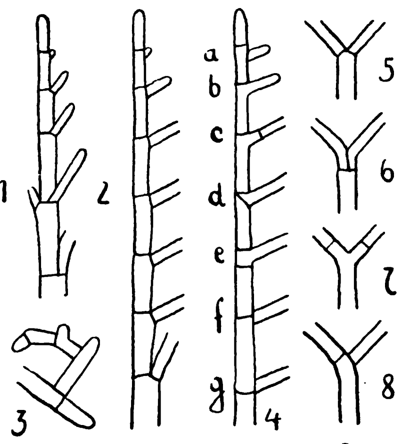


Fig. 1—8. 1 Normale Evektion. 2 Verlangsamte Evektion. 3 Dislozierende Evektion. 4 Insertion und Scheidewandbildung: a subterminale Insertion, b verspätete Scheidewandbildung, c vorgerückte Scheidewand, d halb zurückgerückte Scheidewand, e zurückgerückte Scheidewand, f halbe und g ganze Transvektion. 5 Scheindichotomie. 6 Scheindichotomie mit basaler Verwachsung. 7 Matrikaldichotomie. 8 Falsche Dichotomie. (Schematisch. — Nach Brand aus Heering.)

Eine besonders auffällige Erscheinung im Aufbau des Thallus ist die Umkehr der Polarität, die darin besteht, daß Zellen Zweige hervorbringen, die von der ursprünglichen Wachstumsrichtung wesentlich abweichen, im ausgeprägtesten Falle sogar diametral entgegengesetzt wachsen. Diese Umkehr der Polarität tritt besonders bei *Aegagropila* auf, wo ausgesprochen bipolare Pflanzen entstehen können (s. Fig. 49, 52b).

Außer den normalen vegetativen Zweigen und den typischen Rhizoiden finden sich mitunter auch von Brand als neutrale Sprosse (Fig. 52b) bezeichnete Zweige, die sich durch ihre auffallende Schlankheit von eigentlichen vegetativen Ästen unterscheiden. Der Chlorophyllgehalt ist meist gering und die Länge der Zellen ist oft verhältnismäßig groß. Diese Sprosse machen den Eindruck von etwas etiolierten, vegetativen Ästen. Sie haben in hohem Grade die Fähigkeit in andere Organe überzugehen, besonders in Haftorgane (Rhizoide oder Cirroide) aber auch in Vermehrungsorgane (Stolonide). Die Verwandlung in ein Stolonid vollzieht sich

1) Gewöhnlich als basale Verwachsung der Zweige bezeichnet.

entweder derart, daß die Spitze des neutralen Sprosses erstarkt und dunkelgrün wird und so direkt in den vegetativen Zustand übergeht oder indem aus der Spitze eine unregelmäßige Zellwucherung entsteht (Fig. 51a, b), aus der dann ein neuer vegetativer Sproß hervorgeht.

Während meist nur ein Ast aus einer Mutterzelle entspringt, kann diese auch zwei oder mehrere Äste abgeben. Im letzteren Falle entstehen Wirtel. Im ersteren Falle sind die Äste häufig opponiert. Diese regelmäßig auftretenden Oppositionen sind für *Aegagropila* charakteristisch.

Sonst ist die Richtung und die Länge der Äste je nach den äußeren Umständen sehr verschieden.

Die meisten Arten sind angeheftet. Das einfachste Haftorgan ist ein Dermoid. Das Dermoid ist ein flacher, entweder ganzrandiger oder mehr oder weniger gelappter Saum von Membransubstanz, welcher das Ende einer vegetativen Zelle umgibt und mit der Unterlage oder mit einer fremden Zelle verbindet (Fig. 34b).

Die sonstigen Haftorgane sind fadenförmig. Die häufigsten sind die Rhizoiden (Rhizinen oder auch einfach Wurzeln genannt). Diese sind sehr mannigfaltig gestaltet, ehe sie die Fähigkeit besitzen, sich in hochgradiger Weise der Unterlage anzupassen.

Die Oberfläche der Rhizoiden ist meist gallertig. Der Inhalt ist oft, aber nicht immer chlorophyllarm. Gelegentlich dienen die Rhizoide auch der Vermehrung (s. unten). Nach ihrer Entstehung können sie primär oder adventiv sein (Fig. 14). Die primären Rhizoide sind eine Verlängerung der Hauptachse. Mitunter kann auch ein adventives Rhizoid ein primäres Rhizoid vortäuschen, indem es durch die unterste Zelle von der nächsten wohlerhaltenen Zelle aus durchwächst. Wille bezeichnet derartige Rhizoide, die innerhalb der Membranen der Alge bleiben, als „intrakutikuläre Verstärkungsrhizinen" (Fig. 17). Die „extrakutikulären Verstärkungsrhizinen" (Wille) entspringen entweder aus dem unteren Ende von Stammzellen und laufen dann schräg zur Unterlage herab oder sie treten auch aus den Basalzellen von Hauptästen aus (Fig. 14, 15). Diese extrakutikulären Verstärkungsrhizinen dienen zur Verstärkung und zum Ersatz des absterbenden primären Haftorgans. Derartige adventive Rhizoide treten besonders bei der marinen Gattung *Spongomorpha* (s. S. 28), aber auch bei *Cladophora* auf.

Die beiden genannten Formen von Rhizoiden entspringen stets aus dem unteren Teil der Mutterzelle. Dagegen entspringen die apikalen Rhizoide aus der Spitze von vegetativen Ästen oder neutralen Sprossen. Derartige Rhizoide sind besonders häufig bei *Aegagropila*, treten aber auch bei *Cladophora* auf.

Einen ähnlichen Ursprung weisen die Helikoide auf. Sie sind besonders charakteristisch für *Pithophora*. Sie bilden in der Regel nur Äste einer Ordnung, die sich nicht durch Scheidewände abgliedern. Sie umfassen Fremdkörper in ähnlicher Weise wie die Finger einer Hand.

Die Cirroide (Fig. 51c, 52d) unterscheiden sich von den vegetativen Fäden nur durch stärkere Verdünnung und durch hakenförmige oder spiralige Krümmung. Sie finden sich bei *Aegagropila*.

Im Bau der Zellen herrscht innerhalb der Familie eine ziemliche Gleichförmigkeit.

Was die Kerne betrifft, so braucht der feinere Bau[1]) hier nicht berücksichtigt zu werden. Dagegen ist die Zahl der Kerne zweifellos für die Systematik von Wichtigkeit. Wille benutzt die Zahl zur weiteren Einteilung der *Cladophoraceae*. Die Unterfamilien *Cledophoreae* (hydrophile Gattungen: *Cladophora*, *Aegagropila*, *Pithophora*) und *Chaetomorpheae* (hydrophile Gattung: *Chaetomorpha*) zeichnen sich durch den Besitz vieler Kerne in jeder Zelle aus, während die *Rhizoclonieae* (hydrophile Gattungen: *Rhizoclonium*, *Chaetonella*) nur wenige Kerne in den Zellen enthalten sollen. Hier in dieser Flora ist von einer Einteilung der Familie nach diesem Gesichtspunkt Abstand genommen worden, da selbst bei ein und demselben Individuum die Kernzahl beträchtlichen Schwanknngen ausgesetzt ist. Die Zahl der Kerne (Fig. 12, 13) ist abhängig von Größe der Zellen, nicht von der Länge allein, sondern vom Kubikinhalt. Entgegen früheren Beobachtungen konnte Brand sogar bei *Cladophora* in sehr langen und dünnen Zellen das Vorhandensein nur eines Zellkerns nachzuweisen, während bei *Rhizoclonium*, das sich durch Kernarmut auszeichnen soll, in dickeren Fäden viele Kerne auftreten.
Eine Abhängigkeit von Zellteilung und Kernteilung ist nicht festzustellen, nur scheint der Zellteilung eine Vermehrung der Kerne vorauszugehen.

Rhizoclonium wurde zuletzt von F. Peterschilka studiert[2]). Peterschilka erhielt folgende Ergebnisse: die Zahl der Zellkerne ist variabel. Es gibt 1—16kernige Zellen, sowohl im gleichen Faden wie auch in Fäden, die in Zellänge und Zellbreite verschieden sind. Es handelt sich dabei aber nicht um verschiedene Arten, wie es Wille bei Acrosiphonia angibt, denn die Zellen des gleichen Fadens können in ihrer Kernzahl sehr verschieden sein. Bei Rhizoclonium hieroglyphicum gibt es auch Fäden, die nur aus einkernigen Zellen bestehen, sie sind nur dünner. Der Kern hat die gleiche Größe wie bei den mehrkernigen Formen, liegt in der Mitte der Zelle nnd der einen Wand genähert. Gay gibt für Rhizoclonium zwei Kerne an, die sich gleichzeitig teilen, ausnahmsweise bei einer Lokalvarietät fand er 3—5 Kerne. Dagegen fand Wille bei einem Rizoclonium nie mehr als vier Kerne. Nach Peterschilka teilt sich bei einkernigen Zellen der Kern schief zur Längs- oder Querachse, die Querwandbildung erfolgt trotzdem senkrecht zur Längsachse. In zweikernigen Zellen lassen die Kerne zwischen sich einen Abstand frei, der größer ist als ihre Entfernung von der benachbarten Querwand. Überschreitet dieser Abstand ein gewisses Maximum, so teilen sich beide Kerne meist gleichzeitig. Es besteht demnach ein Zusammenhang zwischen Zellgröße resp. Querwandbildung und Kernteilung. Unterbleibt die Zellteilung, so resultieren 3—4 kernige Zellen. In den meisten Fällen wird diese Kernzahl dann für eine ganze Flucht aufeinanderfolgender Zellen beibehalten. Durch eine neue Kernteilung kann die Zahl der Kerne in einer Zelle auf acht gebracht werden. Auf eine solche Mehrkernigkeit, die vier oder acht Kerne überschreitet, scheinen nach Peterschilka auch andere Verhältnisse Einfluß zu

1) Zur Untersuchung empfiehlt Brand Fixierung durch Chromsäure und Färbung mit Borax-Karmin (nach Grübler).

2) Die Arbeit wird im Archiv für Protistenkunde (Fischer-Jena) 1922 erscheinen. Ich bin Herrn Peterschilka für seine zur Verfügung gestellten Angaben sehr zu Dank verpflichtet. (A. P.)

haben. So konnte er zeigen, daß reich von Epiphyten besiedelte Zellen durch die gegenüber den nicht besiedelten Zellen sprunghaft erhöhte Kernzahl (bis 12) auffielen, welche Zahl zwar für einige nächstfolgende Zellen beibehalten wurde, um dann wieder abzuklingen. Vielleicht hat der Epiphytismus hier tiefeingreifende Stoffwechselstörungen zur Folge, die zwar Kernvermehrung gestatten, vielleicht sogar fördern, die Querwandbildung aber hemmen.

Die Kerne (3—8) sind nicht regellos verteilt, stehen auch nicht in einer Geraden, sondern sind nach Peterschilka in der Zelle räumlich bestimmt, fast geometrisch genau verteilt. Sie liegen zumeist in einer Schraubenlinie dem Chromatophor an und halten untereinander ziemlich gleichen Abstand. Besonders markante Fälle zeigten eine Verteilung der Kerne, die man fast als $^1/_8$-Stellung bezeichnen könnte. In die bei *Rhizoclonium* vorkommende Kernzahl, ihre Variabilität und Abhängigkeit von der Zellänge gibt folgende von Peterschilka zur Verfügung gestellte Tabelle am besten Einblick. Es wäre nötig, auch die anderen *Rhizoclonium*- und *Cladophora*-Arten darauf hin zu prüfen. Peterschilka hat für Kernstudien an Grünalgen eine vorzüglich, relativ einfache Methode ausgearbeitet.

Fortlaufende Zahl der Zellen	Faden I Breite 15 μ		Faden II Breite 22,5 μ		Faden III Breite 22,5 μ	
	Zellänge	Kernzahl	Zellänge	Kernzahl	Zellänge	Kernzahl
1	45	2	85,5	3	97,5	11
2	45	2	78	3	97,5	9
3	51	2	105	6	111	11
4	37,5	2	150	8	82,5	9
5	35	2	90	4	97,5	8
6	45	2	93	4	112	7
7	52,5	2	145	7	112	9
8	34,5	2	187,5	8	75	8
9	34,5	3	117	7	150	16
10	42	1	102	4	135	10
11	61,5	2	117	4	142,5	10
12	48	2	127	4	150	9
13	54	3	90	4	105	7
14	57	1	87	4	135	10
15	52	2	127	8	120	9
16	45	2	127	8	107,5	8
17	39,5	2	84	4	124,5	8
18	45,2	2	75	4	105	10
19	60	2	112,5	4	100,5	6
20	52	2	150	6	120	8
21	52	2	97	6	127,5	8
22	52	2	117	6	127	8
23	52	2	162	6	135	16
24	50	2	225	9	97,5	7
25	45	2	126	6	85,5	10
26	45	2	120	6	75	6

Fortlaufende Zahl der Zellen	Faden I Breite 15 μ		Faden II Breite 22,5 μ		Faden III Breite 22,5 μ	
	Zellänge	Kernzahl	Zellänge	Kernzahl	Zellänge	Kernzahl
27	50	2	165	6	94,5	8
28	79,5	2	120	4	87	6
29	67,5	2	93	4	120	11
30	40,5	1	90	4	90	8
31	37,5	1	120	4	90	7
32	37,5	1	150	4	97,5	6
33	37	1	97,5	4	102	6
34	38,5	1	67,5	4	112,5	13
35	40,5	1	87	4	84	9
36	37	1	162	6	150	18
37	37	1	84	4	84	10
38	41	2	160,5	6	105	7
39	40	2	84	4	97,5	9
40	37	2	160	5	78	7
41	40	1	157	8	90	8
42	58	2	82,5	4	85,5	7
43	38	2	79,5	3	127,5	8
44	37	2			90	7
45	37	2			75	7
46	45	2			112,5	9
47	37	2			97,5	7
48	37	2			60	7
49	37	2			60	7
50	45	2			60 }	4 }
51	34	1			60 }	3 }
52	30	1				
53	32	1				
54	40	2				
55	34	2				
56	30	2				
57	37	2				
58	67,5	2				
59	34	1				
60	30	1				
61	30	1				
62	30	1				

In jeder Zelle findet sich ein wandständiger Chromatophor. In der Regel besteht er aus zwei Teilen, einer äußeren zylindrischen meist netzförmig durchlöcherten Platte und einem inneren Netzwerk, das oft fast ungefärbt ist (Fig. 10). Brand erwähnt bei *Cladophora*, daß das innere Netzwerk nur in gewissen Fällen nachzuweisen war. Die Wandschicht zeigt nach Alter und äußeren Verhältnissen eine sehr wechselvolle Gestaltung. Eine fast ununterbrochene Wandschicht, wie sie bei einer marinen Art beobachtet wurde, ist von Brand bei den Süßwasserarten nie festgestellt

worden. Am häufigsten ist diese Schicht netzförmig durchbrochen (Fig. 9).

Sehr weitmaschige Netze finden sich in den durch Insolation zu verstärktem Längenwachstum angeregten Zellen. Atrophische Netze, die in ihre Bestandteile aufgelöst sind, treten besonders in den dem Lichte abgewendeten rhizoidalen Teilen auf. Spiralbänder, die früher vielfach für *Cladophora* angegeben werden, sind nicht vorhanden. Von den neueren Autoren gibt Wille für die Akineten von *Rhizoclonium riparium* eine spiralige Struktur des Chromato-

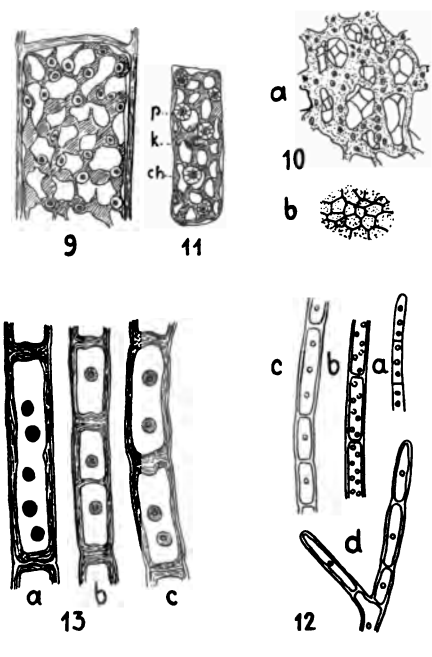


Fig. 9—13. 9 Chromatophor von *Cladophora fracta*, nach Behandlung mit Petitscher Lösung, 10 von *Cladophora incompta* Hook. f. et Harv., marin (a wandständige durchbrochene Platte, b inneres Netzwerk), 11 von *Rhizoclonium hieroglyphicum* nach Behandlung mit Petitscher Lösung und Methylgrün. a Netzartiger Chromatophor, b Pyrenoid mit Stärkemantel, c Zellkern. 12 Zellen mit Kernen in verschiedener Zahl bei *Cladophora fracta* var. *lacustris*, a Spitzenzelle eines lebhaft vegetierenden Frühlingsexemplars, ca. 15 μ dick, mit einer Kernreihe. b Fadenstück derselben Pflanze, 28 μ dick, mit mehrreihig gelagerten Kernen. c Fadenstück eines Herbstexemplars, ca. 30 μ dick mit ein- bis wenigkernigen Zellen. d Spitzenstück derselben Pflanze mit einkernigen Zellen. 13 Zellen von *Rhizoclonium hieroglyphicum* mit dicken geschichteten Zellwänden. Zellen a mit mehreren Kernen, b mit einem Kern, c mit zwei Kernen. 9 $^{250}/_1$, 11 $^{600}/_1$ nach Gay, 10a $^{225}/_1$, b $^{125}/_1$ nach Svedelius, 12 nach Brand, 13 $^{250}/_1$ nach Gay.

phors an (s. S. 21/23). Bei den übrigen Gattungen der Cladophoraceen ist der Chromatophor nicht wesentlich von dem bei *Cladophora* verschieden, besonders bei den daraufhin näher untersuchten Gattungen *Rhizoclonium* und *Aegagropila*. Pyrenoide sind außer bei *Chaetonella* stets vorhanden und oft recht auffällig.

Zu einer Vermehrung können sowohl Teile des im vegetativen Zustande befindlichen Thallus wie auch besonders umgestaltete Zellen dienen. Im ersteren Fall können aus Rhizoiden,

aus abgelösten Zweigen (Fig. 15), ausläuferartigen Verlängerungen der Rhizoiden (Fig. 14) neue Induviduen hervorwachsen, im letzteren Falle wandeln sich einzelne Zellen durch Verdickung der Membran und Aufspeicherung von Reservestoffen in Akineten um. Diese können direkt zu neuen Pflanzen auswachsen. Bei einigen marinen Gattungen treten derartige Akineten in den Rhizoiden auf, bei *Cladophora*, *Rhizoclonium* und *Chaetomorpha* werden Zellen des eigentlichen Thallus in Akineten umgewandelt. Bei diesen Gattungen sind aber die Akineten verhältnismäßig wenig von den vegetativen Zellen verschieden und es finden sich oft Übergangsformen. Bei *Pithophora* dagegen treten Akineten auf, die sich durch Konstruktion des Zellinhalts bilden und sich mit einer neuen Membran umgeben, wodurch sie einen Übergang zu Aplanosporen bilden.

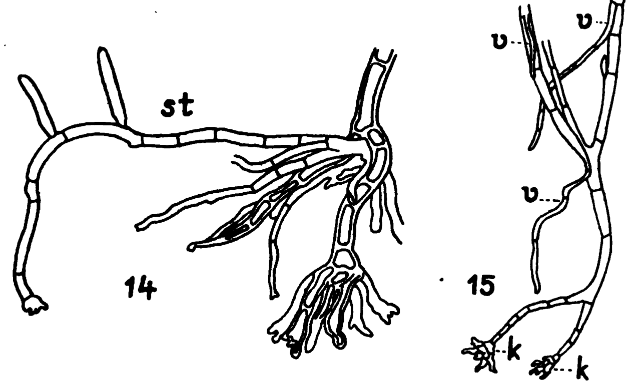


Fig. 14, 15. 14 *Cladophora glomerata:* Fußstück mit primären und adventiven Rhizoiden und einem Ausläufer *(st)* mit zwei aufrechten Trieben. 15 *Cladophora glomerata* var. *simplicior:* Basalstück mit drei Verstärkungsrhizoiden, deren unterstes die Ablösung des zugehörigen Astes einleitet. Die zwei Arme des Basalrhizoides endigen in junge Knotenbüschel K (14 $^{40}/_{1}$, 15 $^{16}/_{1}$ nach Brand).

Die ungeschlechtliche und geschlechtliche Fortpflanzung durch Zoosporen bzw. Gameten ist wenig bekannt. Zoosporen sind beobachtet bei *Cladophora*, *Chaetomorpha*, *Chaetonella (?)*, *Rhizoclonium*. Bei *Cladophora* treten vierwimperige und zweiwimperige Zoosporen auf. Letztere sollen nach Wille zwei ungleich lange Cilien haben. Die Cilienlänge ist nachzuprüfen. Zweiwimperige Zoosporen treten besonders bei den hydrophilen *Cladophora*-Arten auf. Außerdem werden für marine Arten zweiwimperige Gameten angegeben. Von Wille wird die Gameteneigenschaft in Zweifel gezogen. Als sicher dürfen wir annehmen, daß bei den Arten der Gattung vier- und zweiwimperige Schwärmer vorhanden sind, offen ist dagegen die Frage, ob stets vierwimperige Schwärmer vorhanden sind und ob die zweiwimperigen Schwärmer asexuell oder sexuell sind oder ob sowohl asexuelle wie sexuelle Schwärmer auftreten. Bei *Chaetomorpha* sind vierwimperige Makro-

zoosporen und zweiwimperige Isogameten beobachtet. Bei *Rhizoclonium* ist das Vorhandensein von Zoosporen sowohl bei marinen wie bei hydrophilen Arten festgestellt. Die Zoosporen sind zweiwimperig und nach Wille sind die Cilien ungleich lang.

Bei *Chaetonella* sind die Zoosporen nicht näher bekannt. Das Fehlen von jeder Art Zoosporen wird für die hydrophilen Arten von *Aegagropila* und für *Pithophora* angegeben, bei welchen Gattungen die Vorkehrungen für eine vegetative Vermehrung auch ganz besonders in die Erscheinung treten.

Von den Cladophoraceen ist *Chaetomorpha* in reinem Süßwasser sehr selten beobachtet. *Rhizoclonium* und *Cladophora* sind weit verbreitet und finden sich auch als Luftalgen. In moorigen Gewässern sind sie selten. *Aegagropila* bevorzugt Seen mit größerer Tiefe und ist nur selten in kleineren Gewässern gefunden worden. *Pithophora* ist im wesentlichen eine tropische Gattung. Sie gedeiht auch in stagnierendem Wasser gut und vertritt in den Tropen die Gattungen *Rhizoclonium* und *Cladophora*, die hier nur in fließendem oder gut durchlüfteten Wasser vorkommen. Die im Gebiet beobachteten *Pithophora*-Arten sind möglicherweise eingeschleppt.

Was die Kultur der Cladophoraceen im Hause betrifft, so bleiben die meisten Arten in gewöhnlichen Kulturgefäßen lange am Leben, zeigen aber meistens bald allerlei abnorme Erscheinungen. Brand benutzte daher zum Studium Freikulturen, indem er die Algen in Glaszylinder brachte, diese durch Gaze verschloß und dann in Gewässer verschiedener Art hineinhängte. Wenn auch durch dies Verfahren nicht ganz die natürlichen Verhältnisse des Standortes zur Geltung kommen können, so ist doch eine wesentlich natürlichere Umgebung für die Alge geschaffen als in der Hauskultur. Da die in Frage kommenden Algen meist große Formen sind, so lassen sie sich einsammeln ohne Beimengungen anderer Algen, die zu Verwechslungen Anlaß geben könnten. Junge Keimlinge solcher Arten, die sich etwa erst nach Einschluß in dem Kulturgefäß entwickeln, sind aber als solche leicht zu erkennen, so daß die Gefahr von Verwechslungen gering ist.

Bestimmungsschlüssel der Gattungen[1]).

I. Mikroskopisch kleine Alge aus reich verzweigten Fäden bestehend, Chromatophor ohne Pyrenoide, Zellkerne 2—5.
Chaetonella (S. 18).

II. Makroskopische Algen.
1. Zellfaden außer den basalen Rhizoiden keine Verzweigungen hervorbringend. **Chaetomorpha** (S 15).
2. Zellfaden mit oder ohne Rhizoiden. Zweige fehlend oder wenn vorhanden nicht wieder verzweigt.
Rhizoclonium (S. 19).

1) *Chaetomorpha* und *Rhizoclonium* sind oft sehr schwer zu unterscheiden, ebenso *Rhizoclonium* und schwach verzweigte *Cladophora*-Formen. *Pithophora* ohne Akineten ist *Cladophora* sehr ähnlich. Die bei *Pithophora* vorkommenden Helikoide fehlen *Cladophora* aber gänzlich. Von Wichtigkeit beim Einsammeln ist es, die Alge möglichst unverletzt von der Unterlage abzunehmen, um über das Vorhandensein oder Fehlen des primären Rhizoids ein sicheres Urteil zu erhalten.

3. Zellfaden mit oder ohne Rhizoiden, mehr oder weniger verzweigt. Zweige meist wieder verzweigt.
   A. Akineten nicht auffällig von den vegetativen Zellen verschieden.
      a) Einzeln wachsende Pflanzen mit primärem Rhizoid, festsitzend oder zu Strängen und Watten vereinigte freischwimmende oder angeschlungen flutende Pflanzen, ohne primäres Rhizoid. Helikoide fehlen.
         Cladophora (S. 26).
      b) Gesellig wachsende Pflanzen ohne primäres Rhizoid, am Grunde von Gewässern Rasen oder Polster bildend oder auf der Oberfläche in Ballenform freischwimmend.
         Aegagropila (S. 53).
   B. Akineten scharf im Thallus hervortretend (meist tropische Arten). Ohne primäres Rhizoid. Oft mit Helikoiden.
      Pithophora (S. 61).

Chaetomorpha Kützing.

Zellfaden unverzweigt. Zellen vielkernig, alle außer der Basalzelle teilungsfähig. Basalzelle meist länger als die übrigen, als primäres Rhizoid ausgebildet und viele nicht durch Querwände abgegrenzte, rhizoidale einzellige Zweige entsendend, später durch intrakutikuläre Verstärkungsrhizoide gefestigt (Fig. 17 *2*). Meist ist die Rhizoidzelle am Grunde dermoidartig verdickt (Fig. 16 c). Seltener ist die Alge losgerissen und vegetiert in freischwimmendem Zustande weiter oder ist nur in diesem

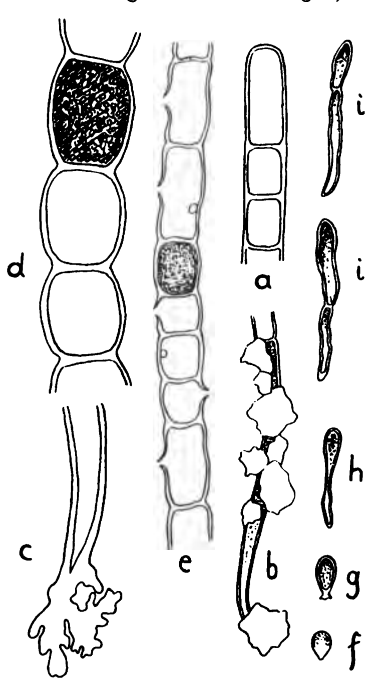


Fig. 16. *Chaetomorpha herbipolencis* Lagerh.: a oberes Ende eines Fadens, b Fußzelle mit Kalkstücken, c Dermoid, d ältere Faden mit tonnenförmig geschwollenen Zellen, e Faden, dessen Zellen fast alle ihren Inhalt in Form von Zoosporen entleert haben, f Zoospore (Cilien nicht beobachtet), g einzellige Keimpflanze, h etwas ältere Keimpflanze, i zweizellige Keimpflanzen. (Nach Lagerheim).

Zustande bekannt. Zellmembran dick, fest, gewöhnlich deutlich geschichtet. Vegetative Vermehrung durch wenig ausgeprägte Aki-

neten, die beim Auskeimen einen Zerfall des Fadens herbeiführe
Ungeschlechtliche Fortpflanzung durch vierwimperige Makrozo
sporen, die in wenig veränderten Zellen hervorgebracht werde
Geschlechtliche Fortpflanzung durch zweiwimperige Isogameten.

Die meisten Arten sind Meeresbewohner, wenige finden si
in süßem Wasser.

Bestimmungsschlüssel der Arten.

I. Zellen über 100 μ dick.
  1. Fäden festsitzend, dicht rasig gedrängt, 125—500 und me
     μ dick, meist im Salz- und Brackwasser. **Ch. aërea**
  2. Fäden freischwimmend.
     A. Zellen 100—300 μ dick, zylindrisch oder tonnenförmi
        Fäden gelbgrün, vornehmlich im Brackwasser.
        Ch. aërea f. Linum 1
     B. Zellen 100—150 μ dick, zylindrisch, Fäden freudig od
        dunkelgrün, bisher nur im Süßwasser.
        Ch. Henningsii 2

II. Zellen meist weniger als 100 μ dick (36—130 μ), in der Jugen
   zylindrisch, später tonnenförmig. Fäden festsitzend oder frei
   schwimmend. **Ch. herbipolensis** 3

Die Arten sind nur durch geringfügige Merkmale unterschiede
Es bedarf weiterer Untersuchungen, um festzustellen, ob wirklic
eigene Arten vorliegen.

1. **Chaetomorpha aërea** Kützing (Fig. 17). — Fäden mit eine
Rhizoid angeheftet, aufrecht, steif, gerade, meist dicht rasig ge
drängt, seltener einzeln, 10—30 cm lang, 125—500 μ dic
mitunter noch dicker, nach dem Grunde zu allmählich dünne
werdend, gelbgrün. Zellen kürzer oder 1—2 mal so lan
wie dick, zylindrisch, an den Scheidewänden leicht eingezoge
Zoosporangien stark angeschwollen und fast kugelig. — I
Gebiet nur im Salzwasser. Gelegentlich soll die Art auch i
süßen Wasser vorkommen.

Forma *Linum* (Kützing) Collins (= *Conferva Linu*
Kützing, *Chaetomorpha Linum* Farlow, *Ch. sutoria* Raben
horst — Fig. 18). — Fäden freischwimmend, locker ve
flochten, ziemlich steif, stellenweise gebogen, sehr lang, 100 bi
300 μ dick, gelb- oder hellgrün. Zellen 1—2, seltener 4—5 ma
so lang als dick, selten kürzer, zylindrisch oder etwas an
geschwollen, Membran 6—8 μ dick. — In stark ausgesüßte
Brackwasser häufig. Diese Form soll aber z. B. in Groß
britannien auch in ausgesprochenem Süßwasser vorkommen.

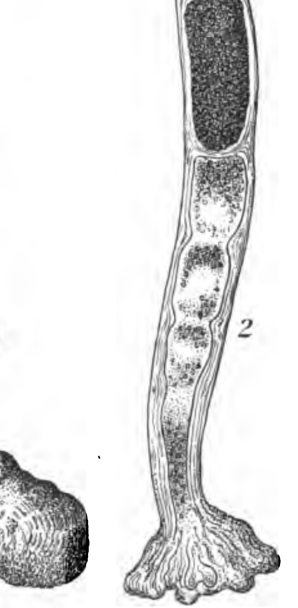
2. **Chaetomorpha Henningsii** P. Richter. — Freischwimmend
Fäden fußlang, freudig oder dunkelgrün, ziemlich steif, locke
zu Watten zusammengeflochten, Zellen meist kürzer als ih
Durchmesser, bisweilen $1^1/_2$—2 mal so lang. Membran längs
gestreift. Dicke der Zellen 100—126—154 μ, Länge der Zelle
65—100—170 μ. Zoosporen(?)bildung in mittleren Zellen de
Fadens beobachtet. Zoosporen zahlreich, Austritt durch ei
seitliches rundes Loch. Zoosporen (Gameten?) ei- bis birnförmig
22 μ lang, 12 μ breit, hyaline Mundstelle mit zwei Cilien

ohne Stigma. Hellgrüne Färbung an kleine, deutlich begrenzte Körner gebunden, die einen Wandbelag bilden.

Kopulation nicht beobachtet. Akineten einzeln oder in Reihen von 2, 3 oder 4. Diese Akineten stellen sich als Zellen von mittlerer und geringer Länge dar, und treten äußerlich durch ihre Form, da sie nicht anschwellen, sondern zylindrisch bleiben, keineswegs hervor. Sie füllen sich mit Reservestoffen und verdicken ihre Membran. Bei der Keimung wächst der neue Faden aus der verdickten Umhüllung hervor, eine Zerstörung derselben scheint sich in der Folge nur allmählich zu vollziehen.

Infolge der Zoosporenbildung tritt eine Fragmentation des Fadens ein. Die unter dem entleerten Sporangium befindliche Zellen bildet sich bald unter Einfügung einer neuen inneren Membran und Abwendung zu einer Scheitelzelle aus. Als solche sproßt sie in die leere Sporenzelle hinein und hebt mit der Zeit den Zusammenhang beider Stücke auf.

Eine andere Art der Fragmentation tritt dadurch ein, daß im Verlaufe eines Fadens einzelne Zellen mit besonders dichtem, dunkelgrünem Inhalt und besonderer innerer Membran ausgestattet, sich am vorderen Ende flachhalbkugelig zu einer Gipfelzelle abrundeten, sich dann streckten und einen Druck auf ihre vordere, meist schon



17. *Chaetomorpha aerea.* 1 Basalteil : jungen Pflanze, 2 einer älteren Pflanze, ler mehrere Gliederzellen nacheinander lwärts in Rhizoiden ausgewachsen sind. $^{10}/_1$, 2 $^{150}/_1$ nach Rosenvinge aus Oltmanns.)



Fig. 18. *Chaetomorpha aerea* f. *Linum*, verschiedene Fadenabschnitte. ($^{66}/_1$ nach G. S. West.)

etwas inhaltsärmere, leichtere Zelle ausübten und sie dadurch zum Absterben brachten.

Nahe verwandt mit der vorhergehenden Art. Von der folgenden durch die gleichmäßige Dicke der Glieder verschieden.

Bisher nur aus dem Müggelsee bei Berlin bekannt.

3. **Chaetomorpha herbipolensis** Lagerheim (Fig. 16). — Mit einem Dermoid festsitzend oder zwischen anderen Algen freischwimmend. Fäden borstenförmig, dunkelgrün, verschiedenartig gekrümmt, steif. Jüngere Zellen zylindrisch, ältere aufgeblasen tonnenförmig. Membran derb, deutlich längsgestreift. Zellen 75—255 μ lang, 36—130 μ dick Makrozoosporen zahlreich eiförmig, mit verlängertem Schnabel, mit vier Cilien und mit einem rotenfadenförmigen Stigma, durch eine in der Mitteder Mutterzelle gelegene runde Öffnung freiwerdend und ohne Kopulation keimend.

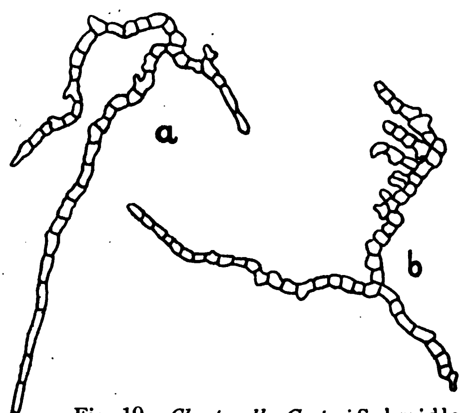


Fig. 19. *Chaetonella Goetzei* Schmidle. a Exemplar mit langer Endzelle. (Nach Schmidle.)

Warmhaus des botanischen Gartens zu Würzburg in einem Aquarium.

Forma *Lagerheimiana* De Toni unterscheidet sich von der typischen Form besonders durch die längeren Zellen und das Fehlen der tonnenförmigen Zellen. Fäden 100 bis 120 μ dick. — Vielleicht ist diese Form zu der vorigen Art zu ziehen.

Chaetonella Schmidle.

Freischwimmend (oder im Schleime anderer Algen?), mikroskopische, einzelne, horizontale, meist reich und unregelmäßig verzweigte Fäden oder bei reichem Wachstum dünne, fast einschichtige Flächen oder Knöllchen von mikroskopischer Kleinheit bildend, von welchen die Fäden horizontal, fransenartig ausstrahlen. Zellen in der Fadenmitte (oder mitten im Scheibchen) aufgeschwollen, nach auswärts sich verschmälernd, länger und mehr und mehr zylindrisch werdend, meist unregelmäßig gebogen, am Ende fast haarförmig dünn und lang. Verzweigung in der Fadenmitte reichlich, oft einseitig, Zweige senkrecht abstehend, dem oberen Ende der Tragzelle entspringend und vom Hauptfaden nicht wesentlich verschieden. Zellhaut hyalin, dünn, ohne Zellulosereaktion, Zellinhalt

mit einem zarten, parietalen, gelbgrünen Chromatophor, ohne Pyrenoide, im Zellinnern 2—5 Zellkerne. Ungeschlechtliche Fortpflanzung durch Zoosporen, die in den mittleren Fadenzellen in größerer Zahl entstehen und durch einen Riß ausschwärmen.

Einzige Art:

***Chaetonella Goetzei** Schmidle (Fig. 19). — Mittlere Zellen 6—8 μ im Durchmesser, fast so lang wie breit, Endzellen nur 3 μ dick und bis 10mal so lang als dick. Bei der Bildung der Zweige, die in der Fadenmitte oft bei allen Zellen gleichzeitig vor sich geht, tritt oft verspätete Scheidewandbildung auf. Dadurch, daß diese Zweige sich verflechten und wieder neue sich zwischen ihnen einschieben, entsteht bei ungestörtem Wachstum das flächenartige, sehr unregelmäßige, nach außen plötzlich in viele horizontale Fäden sich fransenartig auflösende Gebilde.

Habituell gleicht die Alge der Gattung *Chaetonema* (s. Heft V, S. 98).

Bisher nur bekannt aus Afrika (Nyassa-See) und Großbritannien.

Rhizoclonium Kützing emend. Brand.

Fäden in Bündeln, kriechend oder schwimmend, fast gleich, unverzweigt oder hier und da mit ein- oder wenigzelligen Zweigen, die seitlich entspringen oder meist eine bostrychoide Verzweigung hervorrufen und selbst stets unverzweigt sind. Die laterale Verzweigung ist eine Folge des Fehlens jeder Evektion. Die bostrychoide Verzweigung entsteht infolge dislozierender Evektion. Diese letztere Art der Verzweigung ist als Einleitung einer Vermehrung durch Teilung anzusehen, indem die zweigbildenden Zellen als Akineten funktionieren, die später zerfallen, wodurch die Zweige selbständig werden. Ist die Umbildung der zweigbildenden Zellen weniger fortgeschritten, so kann das Verzweigungssystem länger im Zusammenhang bleiben. Ein gut ausgebildetes basales Rhizoid ist selten vorhanden (Fig. 20). Rhizoidale Zweige fehlen oder entspringen seitlich aus der Basis, seltener aus dem Gipfel und sind niemals reichlich verzweigt und nie als Helikoide, Cirroide oder Stolonide ausgebildet. Die Entstehung der Rhizoiden wird anscheinend durch äußere Einflüsse (Wellenschlag usw.) begünstigt.

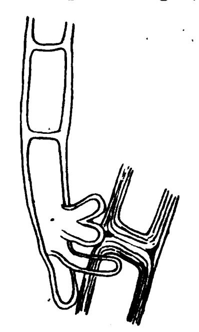


Fig. 20. *Rhizoclonium hieroglyphicum* f. *typica*. Basalteil mit korallenartig verzweigten Haftzelle auf einem *Cladophora*-Faden sitzend. ($^{240}/_1$ nach Wille.)

Sie bilden sich durch Vorwölbung der ganzen Zellhaut, oder es treten nur die inneren Schichten bruchsackartig vor. Die Rhizoiden werden entweder von der Mutterzelle überhaupt nicht durch eine Scheidewand getrennt, oder die Scheidewand entsteht an der Grenze der Mutterzelle und der Rhizoidzelle, seltener ist sie vorgerückt

oder zurückgerückt. Vegetative Zellen zylindrisch, niemals keulenförmig, oft unregelmäßig, meist kurz oder wenig lang, von der inneren Struktur wie bei *Cladophora* (Fig. 11). Zahl der Kerne meist gering (Fig. 13), nur bei sehr dicken Fäden größer. Vegetative Vermehrung durch Akineten (s. oben) und durch Zerfall der Fäden. Ungeschlechtliche Fortpflanzung durch Makrozoosporen mit zwei ungleich langen (immer?) Cilien, wenig bekannt.

Süß- und Salzwasserbewohner. Die Formen des Salzwassers sind hier zum Teil mit berücksichtigt, da sie auch an salzhaltigen Gewässern des Binnenlandes auftreten.

Bestimmungsschlüssel der Arten.

I. Fäden ohne rhizoidartige Zweige oder mit sehr zerstreuten, nur einzelligen Rhizoiden. Membran meist dünn. Zellen 10—40 μ dick. Vegetative Zweige fehlend. Akineten abgerundet. **Rh. hieroglyphicum 1.**

II. Fäden ohne rhizoidartige Zweige. Vegetative Zweige mehr oder weniger reichlich.
   1. Membran dünn. Zellen 23—29 μ dick. Zweige spärlich. Akineten rechteckig. **Rh. sulfuratum**[1] 2.
   2. Membran dick. Zellen 25—100 μ dick. Zweige in vorgerücktem Alter reichlicher. Auf dem Grunde von Seen. 10—15 m unter der Oberfläche. **Rh. profundum 3.**
   3. Membran dick. Zellen 30—40 μ dick. Ausgeprägte bostrychoide Verzweigung. **Rh. lapponicum 4.**

III. Fäden mit mehrzelligen rhizoidartigen Zweigen. **Rh. fontanum 5.**

1. **Rhizoclonium hieroglyphicum** (C. A. Agardh) Kützing ampl. Stockmayer (Fig. 11, 13, 20—27). — Fäden 11—40 (—52) μ dick ineinander gewoben, weder regelmäßig auf irgendeinem Substrat befestigt, noch eckig gekrümmt.

Subspec. ***Rh. hieroglyphicum*** Kützing sensu strict. (= subspec. *typicum* Stockmayer, *Rh. aponinum* Kützing, *Rh. lacustre* Kützing, *Rh. velutinum* Kützing, *Rh. Julianum* Kützing, *Rh. tenue* Kützing, *Rh. subterrestre* Meneghini, *Rh. calidum* Kützing, *Conferva hieroglyphica* C. A. Aghard, *C. aponina* Kützing, *C. fontinalis* Berkeley, *Microspora fontinalis* De Toni — Fig. 20, 21). — Fäden locker ineinander verwoben, freudig grüne, meist nicht gekräuselte Fadenmassen bildend. Fäden nicht oder wenig gekrümmt, bisweilen mit einer basalen Rhizoidzelle festsitzend. Zellen im Umriß meist regelmäßig, 10—32 (—37) μ dick, meist 2—5 (selten 1—7) mal so lang, nicht selten etwas aufgeblasen (und dann in der Mitte bis 45 μ dick), Zellmembran selten über 2 μ dick. Zweige, wenn vorhanden, klein, warzenförmig oder kurz wurzelförmig, nicht gegliedert, selten durch eine Querwand abgegrenzt; meist fehlen die Zweige gänzlich. — Verbreitet in süßem Wasser, in Quellen, Flüssen, Thermen und an feuchten Felsen.

---

1) Diese Art ist im unverzweigten Zustande von *Rh. hieroglyphicum* nur zu unterscheiden, wenn sie Akineten gebildet hat. Sie ist bisher nur in einer Schwefelquelle aufgefunden.

Subspec. ***Rh. macromeres*** (Wittrock als Art) Stockmayer. — Von der vorigen Unterart durch 19—24 μ dicke und meist 5—6 (2,5—10)mal so lange Zellen verschieden. — Im Gebiete bisher in Böhmen, sonst in Schweden.

Subspec. ***Rh. longiarticulatum*** (Wille als forma) Heering Fig. 22). — Zellen 12—17 μ dick, 3—8, vor der Teilung bis zu 12mal so lang wie dick. Zellwand verhältnismäßig dünn. In jeder Zelle mehrere Pyrenoide, aber nur ein Zellkern. Bei der Zellteilung wird die Querwand nicht in der Mitte, sondern mehr nach einem Ende zu angelegt. Laterale Rhizoide fehlen, dagegen ist ein basales Rhizoid vorhanden, das vielleicht primär, vielleicht auch sekundär ist (infolge von Durchwachsung entstanden) — Mariendorf bei Berlin, nur im Wasser schwimmend, festsitzend nicht beobachtet.

*Subspec. ***Rh. dimorphum*** (Wittrock als Art) Stockmayer (Fig. 25). — Unverzweigt, sehr lang. Fäden gerade, locker verwoben. Zellen von zweierlei Gestalt, die einen in lebhafter Vegetation, freudig grün, 18—25 μ dick, 1—4mal so lang, mit 2—$2^2/_3$ μ dicker Zellwand, die anderen im Ruhezustand, durch langsame Austrocknung entstanden (?), blaß stärkehaltig, 3,5—8mal so lang als ihr Durchmesser. — Schweden, Rumänien.

Subspec. ***Rh. crispum*** (Kützing als Art) Stockmayer (= *Rh. fluitans* Kützing, *Rh. Kützingianum* A. Brenn. — Unterscheidet sich von der typischen Form (Subspec. *Rh. hieroglyphicum* sens. strict.) durch kürzere Zellen, die 1,5 (1—2) mal so lang wie dick sind und eine meist dickere (3—4 μ) und gestreifte Membran haben.

Zweige treten zerstreut auf. Sie sind kurz (mitunter zweizellig?). Diese Subspecies bildet stellenweise krause Watten und zeigt Übergänge zur folgenden Subspecies.

Subspec. ***Rh. riparium*** (Harvey als Art) Stockmayer (= *Rh. salinum* Kützing, *Rh. biforme* Kützing, *Rh. Jürgensii* Kützing, *Rh. Martensii* Kützing, *Rh. litoreum* Kützing, *Rh. interruptum* Kützing, *Rh. arenosum* Kützing, *Rh. occidentale* Kützing, *Rh. pannosum* Kützing, *Rh. Areschougii* Kützing, *Rh. bombycinum* Kützing, *Rh. implexum* Kützing, *Rh. rigidum* Gobi, *Rh. Casparyi* Harvey, *Cladophora fracta* Kleen, *Conferva riparia* Roth, *C. arenosa* Carmichael, *C. implexa* Areschoug, *C. pannosa* Areschoug, *C. Youngeana* Jürgens, *C. Jürgensii* Mertens, *Zygnema litoreum* Lyngbye — Fig. 23, 24). — Von *Rh. hieroglyphicum* sens. strict. durch die sehr häufig dickere Membran (die nicht selten 3 μ dick oder noch dicker ist), durch die blasseren Fäden, die häufiger sowie stärker gekrümmt sind. Die Zellen sind im Umriß meist etwas unregelmäßig, 14—32 μ dick und meist 1,5—3 (1—5)mal so lang; die rhizoidalen Zweige sind häufiger, länger, oft durch eine Scheidewand getrennt, die selten etwas vorgerückt, noch seltener zurückgerückt ist. Sehr selten finden sich mehrere Scheidewände. Durch mehrere dieser Merkmale ist diese Subspecies auch von der vorigen verschieden.

Im Frühjahre finden sich Akineten von 25—28 μ Dicke, mit dicker geschichteter Zellwand. Der Chromatophor scheint

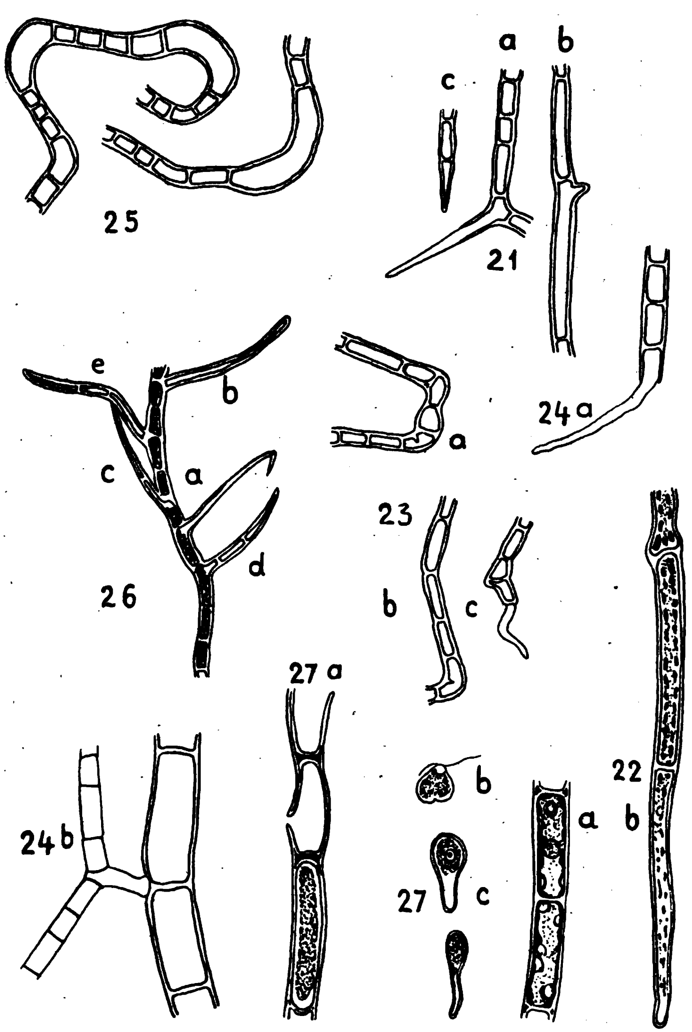


Fig. 21—27. 21 *Rhizoclonium hieroglyphicum* f. *typ.*: a zugespitzter Zweig ohne Scheidewand, b Zweig, nur als Knoten ausgebildet, c endständiger Zweig. 22 f. *longearticulata* Wille: a zwei Zellen mit Pyrenoiden und Zellkern, b rhizoide Endzelle. 23 *Rh. riparium:* a, b gekrümmte Fäden, an der Krümmungsstelle mit succedaner Scheidewandbildung, wobei sich an der Konkavseite ein größerer Wulst bildet und hier auch das Wachstum der Scheidewand rascher fortschreitet, c die Scheidewandbildung geht nicht genau vom Gipfel der Krümmung aus, sondern dieser bleibt in einer der Tochterzellen. Bruchsackartiger Zweig.

aus unzähligen kleinen spindelförmigen Körperchen zu bestehen, die oft S-förmig gebogen sind und ein dunkleres grünes Netzwerk auf einer helleren, mehr gleichmäßig grünen Grundfarbe, die der zylindrischen Chromatophorplatte eigen ist, bilden. Dieses dunklere Netzwerk scheint oft in einer Art Spirale um die Zellen zu liegen. Jede Zelle enthält zwei Kerne. Vor der Teilung streckt sich die Zelle und die Kerne teilen sich vor der Bildung der Querwand, so daß sich vier Kerne finden. Bei der Sommerform sind die Fäden 13—15 μ dick und weisen interkalare Zellteilungen auf. Der Chromatophor ist ähnlich wie bei den Akineten gebaut, nur nicht so scharf ausgeprägt. In sehr kurzen Zellen nur ein Kern, in sehr langen gewöhnlich vier. Durch Fixierung ergibt sich, daß der Chromatophor als eine durchbrochene, fast wandständige Zylinderplatte anzusehen ist. Pyrenoide zwei bis vier in jeder Zelle. Über das Auftreten von Stärkeherden um die Pyrenoide wiedersprechen sich die Angaben.

Meist ist diese Subspeices leicht zu erkennen, trotzdem sie durch kein konstantes und sicheres Merkmal von den vorhergehenden verschieden ist. Besonders ist sie der Subspec. *crispum* nahestehend.

Im Binnenlande an salzhaltigen Orten, sonst besonders an den Meeresküsten.

Subspec. ***Rh. Kerneri*** Stockmayer (Fig. 27). — Fäden blaß, das Ende bisweilen verdickt, in Watten weit ausgebreitet, locker verworren. Zellen 10—14(—17) μ dick, 3—7 mal so lang, von ziemlich regelmäßiger Form, Zellhaut 2—3—5 μ dick. Äste fehlend. — Zoosporen entstehen sehr leicht. Oft werden ganze Reihen von Zellen hintereinander in Zoosporangien umgebildet. Das Sporangium öffnet sich mit einem runden Loch. Die Zoosporen sind eiförmig und tragen an der Spitze des farblosen Vorderendes zwei ungleich lange Cilien, von denen die eine längere und dickere nach vorne, die andere kürzere und dünnere nach hinten gerichtet ist. In dem vorderen Ende des Chromatophors befindet sich ein ovaler, roter Augenpunkt. Bisweilen finden sich abnorme Zoosporen, die an Gametenkopulation erinnern, aber nur zwei Cilien und einen Augenpunkt aufweisen und daher wohl nur durch unvollständige Teilung innerhalb des Zoosporangiums entstanden sind. Beim Keimen der Zoosporen bildet sich ein basales Endrhizoid. Da sich die Fäden durch interkalare Teilungen und zufällige Zerreißungen sehr stark vermehren, findet man Fäden mit Endrhizoid sehr selten.

24 *Rh. riparium:* a Endrhizoid durch Durchwachsung der Endzelle gebildet, b mit einzelligem adventiven Rhizoid. 25 *Rh. dimorphum.* 26 *Rh. fontanum:* a Zweig ohne Scheidewand, b durch eine Scheidewand abgegrenzt, c mit vorgerüekter Scheidewand, d mit mehreren Querwänden. 27 *Rh. Kerneri:* a Faden mit einer vegetativen Zelle und einem entleerten Zoosporangium, b abnorme Zoospore, wahrscheinlich durch unvollständige Teilung im Zoosporangium entsanden, c keimende Zoosporen. 21, 23, 26 $^{115}/_1$ nach Stockmayer, 22 $^{320}/_1$, 24 $^{140}/_1$, 27 a $^{380}/_1$, b, c $^{660}/_1$ nach Wille, 25 nach Teodoresco.

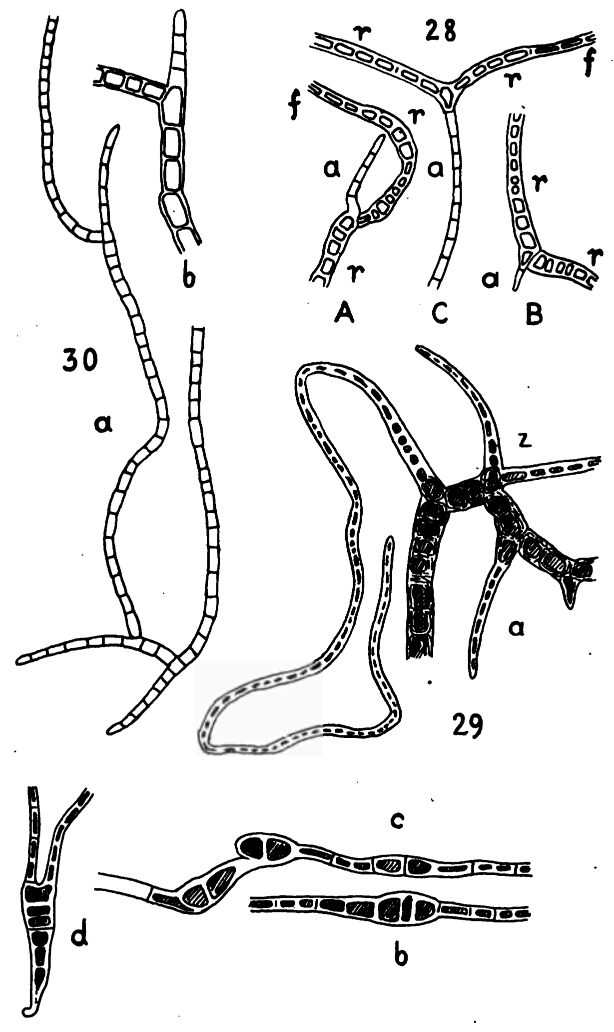


Fig. 28—30. 28 *Rhizoclonium sulfuratum:* A Reproduktion, Abschnitt r—r mit einem jungen Aste a, dessen Mutterzelle schon vorzeitig degeneriert ist. Bei f drei Zellen des unveränderten vegetativen Fadens. B ähnlicher Abschnitt, der durch dislozierende Evektion des Zweigursprungs a winklig abgeknickt ist. C weniger verdicktes reproduktives Fadenstück r—r, welches rechts in den normalen Faden f übergeht und durch den Ursprung eines langen reproduzierten Astes a verbogen ist. 29 *Rh. profundum:* a reichliche Regeneration eines alten

Ob die Fäden ursprünglich festsitzen, läßt sich mit Sicherheit nicht sagen. — An den Meeresküsten Skandinaviens, Frankreichs und Nordamerikas.

Subspec. *Rh. tortuosum* (Kützing, als Art) Stockmayer (= *Rh. riparium* var. *validum* Foslie, *Rh. anglicum* Kützing, *Conferva implexa* Dillwyn, *Conferva tortuosa* Harvey). — Von Subspec. *Rh. riparium* nur durch die größeren Dimensionen verschieden. Zellen 26—40(—52) μ dick, 1—3(—6)mal so lang. — In fließendem Wasser, aber auch an den Meeresküsten.

2. **Rhizoclonium sulfuratum** Brand (Fig. 28). — Fäden 25—29 μ dick, an den alten Scheidewänden fast knotig. Zellen 1—3 Querdurchmesser lang. Rhizoidförmige Äste unbekannt. Vermehrung durch bestimmte rechteckige auf 35—37 μ Durchmesser erweiterte Zellen.

   In dem Gewirre von unverzweigten und ziemlich gleich dicken Fäden fanden sich hier und da kurze verdickte und spärlich verzweigte Stellen. Nach vierwöchentlicher Kultur hatten sich die langen Äste von dem verbreiterten Fadenabschnitte losgelöst und waren selbständig geworden. Hier und da fanden sich noch Reste der Auflösung begriffenen Mutterzellen. Die Fäden waren ziemlich gleichmäßig dick und zylindrisch, ohne irgendeine Andeutung von Ästen, Rhizoiden oder Winkeln. In diesem Zustand ist sie von *Rh. hieroglyphicum* nicht zu unterscheiden, während die Akineten (Reproduktionszellen) durch ihre regelmäßige, rechteckige Gestalt verschieden sind. — In einer Schwefelquelle beim Dorfe Ratzes in Tirol.

3. **Rhizoclonium profundum** Brand (Fig. 29). — Fäden ziemlich steif, fast gleich dick, nach der Spitze zu allmählich schwächer werdend, gebogen, bis 16 cm lang, in der Jugend einfach, in vorgerücktem Alter an den Zellwänden wenig eingeschnürt, lange, zarte, einfache, bald seitenständige, winkelförmige, bald terminale Äste hervorbringend, ohne rhizoidförmige Äste.

   Zellen mit dicker, geschichteter Membran, 25—100 μ dick, $^1/_2$—1—4 mal so lang, bei jungen Pflanzen 1—6 (—8)mal so lang. Vermehrung durch Akineten.

   10—15 m unter der Wasseroberfläche des Wurm- und Ammersees auf dem Boden kriechend, ferner im Lago maggiore und in Dänemark (Sorösee), in Schweden in mehreren Seen.

*4. **Rhizoclonium lapponicum** Brand (Fig. 30). — Lockere Fadenmassen. Fäden gebogen, fast von gleichem Durchmesser, 30 bis 40 μ dick; vegetative Zweige in der Regel weit voneinander entfernt (selten zu zweit oder zu dritt genähert), bald die Richtung des Hauptfadens einnehmend (dislozierende Evektion)

Fadenstücks, bei z aus einer Zelle zwei Fäden entspringend, b beginnende Akinetenbildung, c weitere Entwicklung des Akineten, d säbelig austreibender Akinet mit lebhafter Querteilung und basalem Haftorgan. 30 *Rh. lapponicum:* a reich verzweigtes Fadenstück, b Fadenstück mit einem Asthöcker. 28 $^{54}/_1$, 29 $^{40}/_1$, 30 $^{40}/_1$ nach Brand.

und den oberen Teil desselben abbiegend und schließlich abbrechend; rhizoidele Zweige unbekannt. Zellen zylindrisch, $1^1/_2$—$3^1/_2$, selten bis 6mal so lang wie dick, im erwachsenen Zustande mit dicker Membran versehen. In jüngeren Zellen nur ein Zellkern, vor der Teilung zwei, in alten 40 μ dicken Zellen bis zu vier Zellkerne in eine Reihe. Vermehrung durch spontane Fadenteilung. Die Äste fallen aber nicht vom Mutterfaden ab, sondern sie bleiben mit jenem Fadenende, in dessen Achse sie sich eingestellt haben, in dauerndem Zusammenhange und stellen dessen Fortsetzung dar, während der abgeknickte Teil des Mutterfadens durch lebhaftes Wachstum des Astes bald völlig abgetrennt wird. — In fließendem Wasser an Moosen und Steinen angeschlungen. Bisher nur im schwedischen Lappland.

5. **Rhizoclonium fontanum** Kützing (= *Rh. fontinale* Kützing, *Rh. obtusangulum* Kützing, *Rh. affine* Kützing, *Conferva fontana* Kützing — Fig. 26). — Zellen 12—22 μ dick, 2 bis 4mal so lang, Membran nicht selten dick, Zweige meist häufig, verlängert, meist mehrzellig, seltener einzellig mit einer weit in den Zweig vorgerückten Scheidewand, selten ohne Scheidewand. — Diese Art erinnert sehr an *Cladophora fracta* var. *lacustris* (s. S. 46).

Cladophora Kützing.

Algen, die zeitlebens mit einem primären Rhizoid festsitzen, oder in der Jugend festsitzen und später in Form von Watten freischwimmen, seltener durch Bildung adventiver Rhizoide aus dem freischwimmenden in den angewachsenen Zustand übergehen. Die Fäden sind gleichartig, so daß kein scharfer Unterschied zwischen einem Hauptfaden und seinen Verzweigungen festzustellen ist[1]).

Das Wachstum ist vornehmlich ein Spitzenwachstum, statt dessen tritt auch zu Zeiten (besonders im Alter) ein interkalares Wachstum auf. In der Jugend ist der Zuwachs sehr gering, im Alter bei interkalarer Zellteilung stärker.

Die Evektion der Zweige ist normal oder verlangsamt, selten dislozierend. Rhizoide entstehen gewöhnlich nur in dem Basalteile der Pflanzen. Sie fehlen in den oberen Teilen der Pflanze. Helikoide fehlen. Dermoide kommen als Haftorgane selten vor. Die Zellwand[2]) besteht aus drei Schichten. Mitunter erscheint sie längs-, selten kreuzweise gestreift. Der Chromatophor ist wandständig, netzförmig oder besteht aus getrennten Scheiben. In jeder Scheibe oder in jedem plattenförmigen Teil des Netzes findet sich ein Pyrenoid. Die Zellkerne sind meist in der Mehrzahl vorhanden, selten 2 oder 1.

Vegetative Vermehrung durch Dauerzellen, durch Ausläufer oder durch Regeneration von Thallusstücken. Ungeschlechtliche

---

1) Der Einfachheit der Bezeichnung halber wird bei den festsitzenden Formen für die durch die Rhizoiden mit der Unterlage verbundenen Zellen der Name Stammzellen verwendet, und die primären Zweige werden als Hauptäste bezeichnet. Ein Zweig aber, der sich mit Rhizoiden befestigt, und selbständig wird, stellt dann ohne weiteres einen Stamm dar.

2) Da die Zellwand besonders bei marinen Arten sehr dick ist, ist sie vielfach untersucht worden. Für die Systematik spielt der feinere Bau keine Rolle.

Fortpflanzung durch Makrozoosporen, die durch Auflösung eines Teiles der Zellwand frei werden. Sie haben vier Cilien. Außerdem gibt es Zoosporen mit zwei Cilien. Ob diese Cilien stets ungleich lang sind ist nachzuprüfen, ebenso ob diese zweiwimperigen Zoosporen als Gametozoosporen anzusehen sind. Bei den Süßwasserarten sind zweiwimperige Zoosporen beobachtet aber nie eine Kopulation derselben. Aplanosporen (Fig. 32) sind durch abnorme Kulturbedingungen hervorgerufen worden. Sie keimen entweder im Faden aus oder werden aus der Mutterzelle frei. Durch Teilung zerfällt ihr Inhalt in eine Anzahl Portionen, die sich mit einer neuen Membran umgeben und aus der Aplanospore frei werden. Ähnliche Vorgänge sind in der Natur nie beobachtet worden.

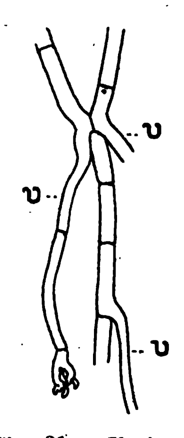


Fig. 31. *Cl. longearticulata.* Unteres Stammstück mit drei Verstärkungsrhizinen (v), von denen die eine der zwei oberen aus einer Zweigbasis, die bei den anderen aus Stammzellen entspringen. $^{20}/_{1}$ nach Brand.

Die *Cladophora*-Arten sind vorzugsweise Bewohner des Salzwassers, nur wenige kommen im süßen Wasser vor. Viele der marinen Arten kommen im Küstengebiet auch in schwach brackischem oder selbst süßem Wasser vor. Doch ist dieses Vorkommen nur als ein zufälliges anzusehen, und die marinen Arten sind in dieser Flora nicht berücksichtigt. Ebenso sind mehrere der hier behandelten Süßwasserarten auch gelegentlich im salzigen Wasser angetroffen worden. Es gibt aber auch ständige Meeresbewohner, die Süßwasserarten so ähnlich sind, daß sie als forma *marina* zu ihnen gestellt sind. Ein derartiges Zusammenziehen mariner und hydrophiler Formen scheint aber bei dem jetzigen Zustande der Kenntnis der Gattung unzweckmäßig, und deshalb sind hier diese marinen Formen als eigne Arten angesehen und nicht mit berücksichtigt worden [1]).



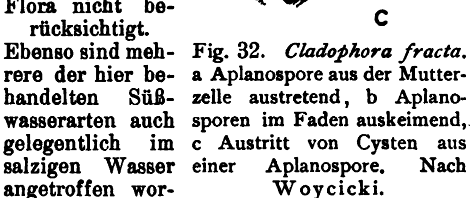


Fig. 32. *Cladophora fracta.* a Aplanospore aus der Mutterzelle austretend, b Aplanosporen im Faden auskeimend, c Austritt von Cysten aus einer Aplanospore. Nach Woycicki.

1) *Cladophora glomerata* Kützing forma *marina* Hauck = *Cl. con-*

In der älteren und teilweise auch in der neueren Literatur wird die Gattung *Cladophora* in weiterem Umfange genommen wie hier, indem *Aegagropila* und *Spongomorpha* als Sektionen aufgefaßt werden. Beide umfaßten ursprünglich marine und hydrophile Arten. *Aegagropila* ist hier als eigene Gattung behandelt (s. S. 53). *Spongomorpha* enthält nach der neueren Umgrenzung nur marine Arten. Diese Gattung zeichnet sich außer durch andere Merkmale durch das reichliche Auftreten von extrakutikulären Verstärkungsrhizoiden aus, die auch aus dem oberen Teil der Planze entspringen. Wegen des Vorhandenseins solcher Rhizoide hat man auch hydrophile *Cladophora*-Arten zu *Spongomorpha* gerechnet (Fig. 31). Nachdem aber bei *Cladophora* festgestellt ist, daß die Bildung der extrakutikulären Verstärkungsrhizoiden nicht auf die basalen Teile beschränkt ist, sondern auch von den Zweigen ausgehen kann (vgl. Fig. 15), stellen diese früher zu *Spongomorpha* gerechneten hydrophilen Arten nur Extreme dar, die aber durch kein sicheres Merkmal von *Cladophora* zu unterscheiden sind. Für diese Flora kommen die Arten nicht in Betracht, da sie bisher in Europa nicht beobachtet sind[1]).

Bestimmungsschlüssel der Arten.

I. Verzweigung stets verhältnismäßig ärmlich, lateral oder bostrychoid. Im allgemeinen an *Rhizoclonium* erinnernd.
Sect. **Affines** (S. 29).
1. Thallus nicht mit primärem Haftorgan festsitzend. Sekundäre Rhizoide selten. **Cl. alpina** 1.
2. Thallus mit einem primären Haftorgan (Dermoid der Basalzelle) festsitzend.
A. Zweige allseitswendig.
a) Thallus dicht über der Basalzelle reich verzweigt. Äste unverzweigt oder nur am Grunde verzweigt. **Cl. basiramosa** 2.
b) Thallus meist ziemlich reich, bostrychoid verzweigt, außerdem mit zahlreichen rhizoidähnlichen Ästen. **Cl. pachyderma** 3.
c) Thallus zum Teil verzweigt, zum Teil lange Strecken unverzweigt. **Cl. humida** 4.
B. Zweige einseitswendig. **Cl. petraea** 5.

II. Verzweigung nur in bestimmten Zuständen ärmlich, meist reich, nie bostrychoid. Zweige nicht in einer Ebene.
Sect. **Eucladophora** (S. 34).
1. Thallus mit einem primären Rhizoid festsitzend. Evektion normal.
A. Endverzweigung büschelförmig. Oppositionen der Äste häufig, ebenso basale Verwachsung, Loslösung von Hauptästen selten. **Cl. glomerata** 6.

---

glomerata Kützing; *Cladophora fracta* Kützing forma *marina* Hauck = *Cl. heteronema* Kützing.

1) Von den als *Spongomorpha* beschriebenen Arten gehören zu der Sektion *Planae* (s. S. 52), *Cladophora ophiophila* Magnus et Wille, *Cl. Beneckei* Moebius, zur Sektion *Eucladophora* gehören *Cl. longearticulata* Nordstedt (= *Cl. Nordstedtii* De Toni), *Cl. fluviatilis* Möbius.

B. Endverzweigung selten büschelförmig, oft lange unverzweigte Endäste. Oppositionen der Äste selten, basale Verwachsungen nur in den ältesten Teilen. Loslösung von Hauptästen häufig. **Cl. crispata** 7.

2. Thallus ohne primäres Rhizoid. Evektion verlangsamt. **Cl. fracta** 8.

III. Verzweigung fiederig, indem wenigstens an einzelnen Abschnitten die Zweige in einer Ebene liegen. Sect. **Planae** (S. 52). **Cl. Lagerheimii** 9.

Sect. Affines Brand.

Arten, die permanent durch mehr oder weniger ärmliche laterale oder bostrychoide Verzweigung an *Rhizoclonium* erinnern, aber wegen des Vorhandenseins von größeren, bleibenden und ihrerseits zur Verzweigung befähigten Ästen zu *Cladophora* gerechnet werden müssen.

Außer mit *Rhizoclonium* können diese Arten auch mit armverzweigten Zuständen der *Eucladophora*-Arten verwechselt werden.

1. **Cladophora alpina** Brand (Fig. 33). — An Wassermoosen angeschlungen krause Watten bildend; Rhizoide selten, nur sekundär, entweder ungegliedert aus Bruchenden, oder gegliedert aus Winkeln entspringend; Fäden meist unverzweigt, nur hier und da mit einigen Abzweigungen versehen; Äste entweder subterminal entspringend und dann rechtwinklig abstehend oder mit dislozierender Evektion; Fäden in ihrem Verlaufe ungleichmäßig, im Durchschnitt 50 μ dick; Zellen mit dicken Membranen und sehr kurz (1—2 Quermesser). Interkalare Zellteilung sehr lebhaft; Fortpflanzung und biologische Verhältnisse unbekannt.

   Bisher nur bei Gries am Brenner (1200 m) in Gesellschaft von *Hydrurus foetidus* beobachtet.

*2. **Cladophora basiramosa** Schmidle (Fig. 34, 35). — Bildet 1—7 cm lange, lockere Räschen. Der Hauptstamm ist nur im untersten Teil, direkt oberhalb der Fußzelle, auf eine sehr kurze Strecke hin, jedoch hier meist sehr reichlich, verzweigt. Sehr selten sind Exemplare vollständig ohne Zweige. Die Zweige gleichen dem Hauptstamm, so daß derselbe oft nicht mehr kenntlich bleibt; sie sind lang, ihrerseits gänzlich unverzweigt, oder wenn sie (was höchst selten geschieht) Zweige tragen, so gehen diese gleich von den untersten Zellen des Zweiges aus und verhalten sich dann genau wie die Zweige erster Ordnung. Jedes Pflänzchen bildet so ein aus unverzweigten, etwas schlaffen Fäden, welche an ihrer Basis zusammenhängen, zusammengesetztes Büschel. Die Zellen sind von verschiedener Gestalt. Im verzweigten Basalteile sind sie meist unregelmäßig rechteckig, an den Enden nicht verschmälert, 40—68 μ dick, ebenso lang, oder etwas kürzer oder länger; weiterhin werden sie meist dünner (40—68 μ), bleiben rechteckig und variieren sehr in der Länge. Oft sind sie doppelt so lang als breit; meist jedoch oft auf weite Strecken hin sind sie nur halb so lang als breit. Gegen das Fadenende zu verbreitern sie sich regelmäßig (68—80 μ), zugleich werden sie allmählich mehr

tonnenförmig, und die Spitze ist regelmäßig aus breiten, stark angeschwollenen Tonnenzellen gebildet; dann und wann kann

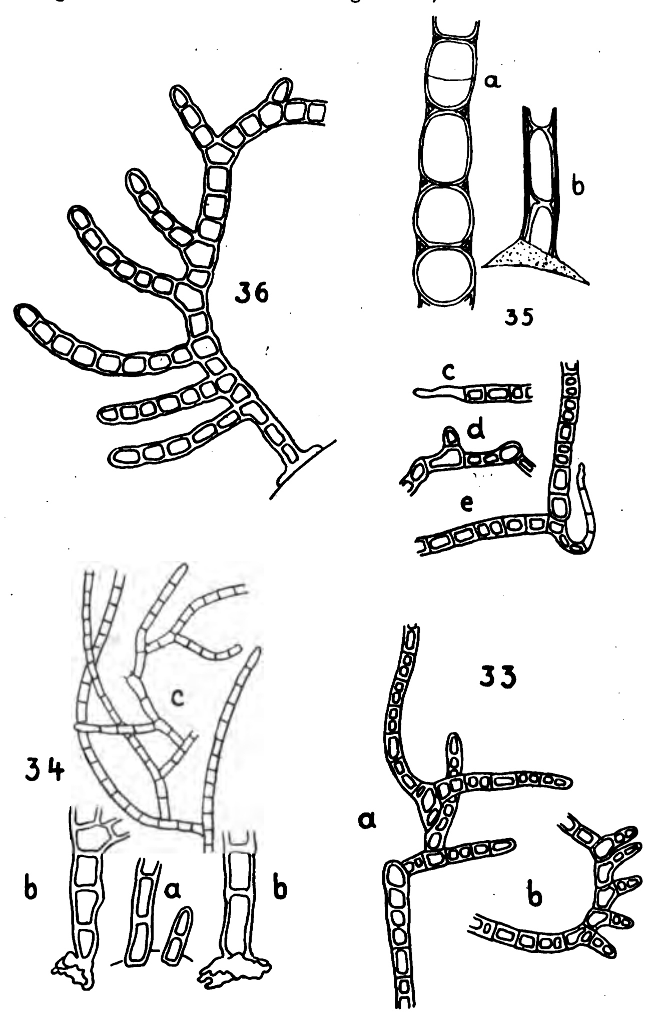


Fig. 33—36. 33 *Cladophora alpina:* a—e verschiedene Arten der Abzweigungen, an c ein seitliches Rhizoid. 34 *Cladophora basiramosa:* a zwei Keimpflanzen, die unmittelbar auf einem Kieskorn sitzen, b ältere Fußstücke mit Dermoiden, c bostrychoid verzweigtes Thallusstück. 35 *Cl. basiramosa:* a große Tonnenzellen am Ende der Fäden, b Basalteil einer völlig unverzweigten Pflanze. 36 *Cladophora petraea.* 33 $^{40}/_{1}$, 34 a, b $^{100}/_{1}$, c $^{40}/_{1}$ nach Brand, 35 nach Schmidle, 36 nach Hansgirg.

man im Verlaufe des Fadens nach einer Verbreiterung wieder eine plötzliche Verschmälerung, hierauf neue Verbreiterung usw. konstatieren.

Die Zellhaut aller Zellen ist dick und deutlich geschichtet. Die Tonnenzellen an der Spitze der Fäden zerfallen in eine Menge Schwärmsporen, die durch eine Öffnung in der Membran ins Freie gelangen. Sie setzen sich bald mit dem Vorderende fest, verbreitern sich etwas an der Basis, bilden oberhalb derselben regelmäßig einen dünnen, hyalinen Halsteil, welcher dann den verkehrt eiförmigen, breiten, mit Chlorophyll gefüllten Teil der Keimpflanze trägt. Dieselbe gleicht also einer keimenden *Oedogonium*-Spore. Der aus ihr hervorgehende Faden ist anfangs dünn, unverzweigt und besteht aus rechteckigen Zellen, die etwas länger als breit sind.

Die Alge sitzt mit der unteren Fläche der Basalzelle dem Substrate auf. An älteren Pflanzen ist die Basalzelle inhaltsarm oder auch inhaltsleer und aus der Membran der Grundfläche ist vermutlich durch gallertige Entartung ein Dermoid hervorgegangen, das ein unregelmäßiges, teils gesponnenes, teils zerflossenes Aussehen hat. (Die Art der Anheftung ist aber nachzuprüfen.)

Die Verzweigung kann stellenweise mit regelmäßiger Evektion einhergehen, ist aber an anderen Stellen vorwiegend bostrychoid. Die dislozierende Evektion konkurriert nicht selten mit verschiedenen Unregelmäßigkeiten der Scheidewandstellung. Dadurch können schwer verständliche Verzweigungen zustandekommen. Die langen Terminaläste verzweigen sich nur selten in ausgesprochener, häufiger dagegen in rudimentärer Weise und können dann *Rhizoclonium*-ähnliche Winkel bilden. — Auf einer steinernen Brunnenschale am Fuße der Limburg bei Dürkheim.

*3. **Cladophora pachyderma** (Kjellm.) Brand (*Rhizoclonium pachydermum* Kjellman). Marin. Sie ist reichlich, meist bostrychoid, verzweigt. Mit basaler Haftscheibe angewachsen. Außerdem hat sie zahlreiche rhizoidähnliche Äste. Hauptfäden 85—100 μ, Äste 50—74 μ dick. Zellen meist kurz mit dicken Membranen. Im Habitus der *Cl. basiramosa* ähnlich.

Var. *tenuis* (Kjellm.) Brand. — Marin und submarin. Die Fäden sind dünner 30—40 μ dick und in ihrer Verzweigung noch mehr an *Cladophora* erinnernd als die Hauptform. Die Zellhäute sind dünner.

Var. *tenuior* (Börgesen) Brand (= *Rhizoclonium pachydermum* Kjellman β *tenuior* Börgesen, Fig. 38). — Hydrophil. Die Zellen sind länger und dünner, die Zellwand dünner als bei den marinen Formen. Die durchschnittliche Dicke des Fadens beträgt 30 μ, oft ist sie geringer, seltener größer. In älteren Fäden ist die Zellwand 3—4 μ dick, in jüngeren beträchtlich dünner. Die Länge der Zweige variiert beträchtlich. Die Verzweigung ist sehr unregelmäßig, bisweilen sind längere Teile der Fäden ganz unverzweigt, bisweilen sind sie reich verzweigt. Halbe Transvektionen sind häufig. — Faröer.

4. **Cladophora humida** Brand (Fig. 37). — Bildet nur weni[g] Millimeter lange Büschel oder Räschen, die mitunter Fläch[en] von über 1 qdcm Größe bedecken. Die Räschen sind schmutzi[g] graugrün mit einem Stich ins Bläuliche, haben einen eige[n]tümlichen Fettglanz, fühlen sich rauh an wie *Cladophor[a]*

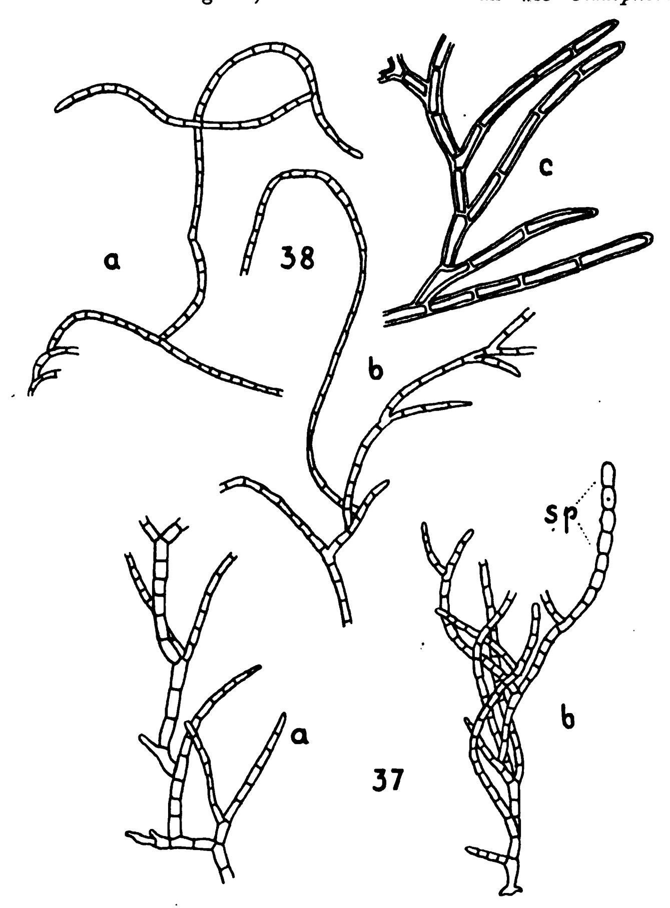


Fig. 37, 38. 37 *Cladophora humida:* a Mittelstück, b Fußstück, s[p] entleerte Sporangien. 38 *Cladophora pachyderma* var. *tenuior:* a, [b] mehr oder weniger reich verzweigte Fäden, c reich verzweigter Teil stärker vergr. 37 $^{40}/_1$ nach Brand, 38 nach Boergesen.

Rasen und haften sehr fest am Substrat. Hauptstamm mi[t] scheibenförmigem Dermoid angewachsen. Fäden 20—50 μ dick, mit Spitzenwachstum und interkalarem Wachstum, di[e] einen razemös oder häufiger bostrychoid verzweigt, die anderen

auf lange Strecken hin unverzweigt. Vegetative Zellen zylindrisch, etwa $^1/_2$—3mal so lang als dick. Diese Zellen gehen allmählich in tonnenförmige über. Oft besteht der ganze Faden nur aus tonnenförmigen Zellen. Diese sind Sporangien. Häufig entstehen 16 Zoosporen in einem Sporangium. Die Austrittsöffnung liegt an einer beliebigen Stelle, oft ungefähr in der Mitte. Sie entsteht durch Verquellen der Zellwand, die sich blasenförmig nach außen wölbt. Die Zoosporen sind birnenförmig und haben ein farbloses schnabelartiges Ende, das die Geißeln trägt. (Zahl wird nicht angegeben.) Die Chromatophoren sind auf den mittleren Gürtel beschränkt. Das hintere abgerundete Ende ist ebenfalls farblos und enthält stets einige farblose Körner. Die Länge der Zoosporen beträgt 13 μ, die Dicke 9 μ. Einzelne Zoosporen schlüpfen nicht aus, umgeben sich mit einer stärkeren Membran und machen wahrscheinlich ein längeres Ruhestadium durch. Später wachsen sie an dem schnabelartigen Ende zu einem Keimschlauch aus. Die Zoosporenbildung findet vom Mai bis zum Herbst in ausgiebigem Maße statt. Die Entwicklung der Zoosporen ist nicht bekannt. Nach Abfall der entleerten Sporangien entstehen dünne Neusprosse, wodurch die Enden der betreffenden Zweige zugespitzt erscheinen, während sie sonst abgerundet sind. — Im Elbsandsteingebirge in kleinen Vertiefungen des Sandsteins am Behnebachfall und Amselfall in der Spritzzone (Schorler). Sonst nur im nördlichen Schweden an feuchten Felsen (Brand).

5. **Cladophora petraea** (Hansgirg) Brand (= *Cl. glomerata* Kützing var. *petraea* Hansgirg. — Fig. 36). — Räschen meist klein und kurz, oft kaum 1 cm lang, auf Felsen und Steinen festgewachsen, dunkelgrün. Fäden oft nur spärlich verzweigt, leicht zerbrechlich, an der Basis mit einer rundlichen Haftscheibe versehen, leicht bogenförmig gekrümmt oder gerade, kurz, meist aus wenigen (1—15, seltener mehreren) Zellen bestehend. Zellen der Hauptfäden 30—60, seltener bis 75 μ dick, kurz zylindrisch oder fast quadratisch, an den Endteilen der Fäden öfters an den Scheidewänden leicht eingeschnürt, $^1/_2$—2mal so lang als breit, mit farbloser, seltener (an älteren Zellen) durch Eisenoxydverbindungen bis braungelb gefärbter und meist deutlich geschichteter, 3—9 μ dicker Membran. Endzellen der Ästchen meist breit abgerundet. Dermoid mehrlappig. Einzelne Zellen der Hauptfäden an einer Seite oft buckelförmig hervorgewölbt und nicht selten auch mit kurzen, nicht oder wenig gegliederten Ästchen versehen, welche, wie die Hauptfäden, oft an den Scheidewänden unmerklich eingeschnürt sind. Seitenästchen fast so dick wie der Hauptfaden, oft einseitswendig, wie nach allen Seiten gerichtet. Ungeschlechtliche Fortpflanzung durch eiförmige, mit einem kleinen roten Stigma versehene Zoosporen, die mit einer (?) Wimper versehen sind. Die Zoosporen sind 6—9 μ breit, 12—15 μ lang. Die Wimper ist ebensolang wie der Körper der Zoospore. Die Zoosporen entstehen in großer Zahl durch simultane Teilung des Inhaltes einzelner vegetativer Zellen am Endteile der Ästchen. In ihrer Wachstumsform erinnert diese Alge am wenigsten an *Rhizoclonium*. Die Angabe über die Zoosporen ist nachzuprüfen.

Vielleicht findet sich außer der beobachteten langen Geißel eine kurze. — In Bergbächen, unter Mühlrinnen im Tropfwasser, meist auf Granit oder Sandstein wachsend. — Bisher nur in Böhmen.

Sect. **Eucladophora** Hauck.

Arten, die mehr oder weniger reich verzweigt sind. Verzweigung stets traubig, nie bostrychoid. Die mit primärem basalzentralen Haftorgan festsitzenden Formen haben mehr oder weniger aufrecht abstehende Äste und zeigen eine ausgesprochene Evektion, so daß schon Sprosse letzter Ordnung auf die obere Wand ihrer Mutterzelle hinaufrücken und dann auch ziemlich frühzeitig basale Zweigverwachsungen eintreten können. Die Polarität dieser Formen ist stabil, so daß die vegetativen Sprosse ausnahmslos von oberen, rhizoidale Gebilde aber nur aus dem unteren Zellende entspringen. Die dauernd freischwimmenden Formen besitzen eine weniger regelmäßige Verzweigung und verlangsamte Evektion, so daß die jüngeren Zweige ihre ursprüngliche seitliche Insertion beibehalten, während erst ältere Äste Scheindichotomien bilden und basale Verwachsungen nur an den ältesten Hauptfäden zustande kommen. Dabei tritt oft eine Neigung zu subterminalem Zweigursprunge zutage und bisweilen sogar inverser Ursprung der Äste.

Das primäre Rhizoid[1]) älterer festsitzender *Cladophora*-Exemplare zeigt sehr komplizierte Verhältnisse (Fig. 14, 15). Charakteristisch ist die Ansbildung von Knotenpunkten, die dadurch entstehen, daß sich an einem Rhizoidaste eine kurze und dicke Zelle bildet, von der eine kurzzellige büschelartige Verzweigung ausgeht. In höherem Alter zerfallen diese Büschel in einzelne Zellen, die wahrscheinlich zur Vermehrung der Pflanze beitragen. Ebenso bringt das primäre Rhizoid Stolonide hervor, aus denen neue Pflanzen emporwachsen. Adventive Rhizoide können ähnliche komplizierte basale Systeme hervorbringen, die von primären Rhizoiden nicht zu unterscheiden sind. Das ist aber der Fall, wenn die Art zu den mit einem primären Rhizoid ausgestatteten Arten gehört. Bei den übrigen Arten bleiben die adventiven Rhizoide als solche erkennbar, besonders auch bei den Arten der Gattung *Aegagropila*.

Die zu dieser Sektion gehörigen *Cladophora*-Arten sind von Brand eingehend untersucht. Je nach Alter, Jahreszeit und äußeren Verhältnissen kann ihr Aussehen ein recht verschiedenes sein. Brand bezeichnet die verschiedenen Formen des Aussehens als Zustände (status), wenn es sich um vorübergehende Erscheinungen handelt, zum Unterschied von systematischen Formen und Varietäten, deren charakteristisches Merkmal wenigstens in einem bestimmten Zustand stets bei allen Individuen dieser Form bzw. Varietät auftritt. Jede der im folgenden aufgeführten Formen und Varietäten durchläuft also alle oder einen Teil der Zustände, die für die Gesamtart oder für die Varietät zusammenhängend geschrieben sind. Es ist ferner zu erwähnen, daß die Alge oft in mehreren Zuständen zugleich vorkommt, so ist z. B. der Winter-

1) Zur Untersuchung behandelt man das Material mit Essigsäure, betupft mit einem feinen Marderpinsel und färbt mit Methylgrünessig (Brand).

zustand (status *hiemalis*) vielfach mit dem inkrustierten Zustand (status *incrustatus*) verbunden. Da die Varietäten und Formen wie gesagt oft nur in einem Zustand sicher erkennbar sind, muß das Material entweder in Kultur genommen werden, bis es diesen Zustand erreicht, oder man muß sich darauf beschränken, nur die Art festzustellen und den Zustand anzugeben, wobei es unerörtert bleibt, ob etwa eine der unterschiedenen Formen vorliegt.

6. **Cladophora glomerata** (L.) Kützing ampl. Brand (= *Cl. glomerata* Kützing var. *ornata* Lemmermann, *Cl. canalicularis* Kützing exp.[1]), *Cl. declinata* Kützing, *Cl. fluitans* Kützing, *Cl. patens* Rabenhorst, *Cl. Rabenhorstii* Stizenberger, *Cl. striata* Schmidle, *Conferva glomerata* L., *Conferva polymorpha* L. — Fig. 14, 15, 39). — Thallus von begrenztem Wachstume, Rasen oder angewachsene flutende Büschel bildend, nur zufällig bisweilen losgerissen, frei schwimmend; kräftiges verzweigtes primäres, später durch sekundäre Sprossungen (intra- und extrakutikuläre Adventivrhizoide) verstärktes basales Heftorgan immer vorhanden; Verzweigung meist reichlich, nach oben zu mehr oder weniger büschelig gehäuft; Äste aufrecht abstehend oder etwas angedrückt, einzeln oder zu zweien, bisweilen zu drei (seltener vier[2])) aus einer Zelle entspringend, mit frühzeitiger Evektion, so daß schon der zweit- bis viertjüngste Zweig auf der oberen Fläche seiner Mutterzelle steht und Dichotomien schon in der Terminalverzweigung oft rasch aufeinander folgen; Hauptfäden meist in ihrem untersten Abschnitte nach der Basis zu rasch verjüngt, im übrigen Verlaufe gleichmäßig bis 130 μ dick, Zweige wenigstens 22 μ dick; interkalare Zellteilung erst im ausgebildeten Zustand der Pflanze auftretend und hauptsächlich die Stämme betreffend; vegetative Zellen meist regelmäßig zylindrisch, nur oft — besonders unter Zweigansätzen — nach dem oberen Ende zu, und zwar meist einseitig, konisch verdickt; von sehr verschiedenen, jedoch im Verhältnis zu *Cl. fracta* weniger extremen Längenverhältnissen und mit häufiger locker netzig angeordneten Chlorophoren. An älteren Fußstücken schwindet fast regelmäßig der Zellinhalt und bisweilen auch die Scheidewände, während die Membranen sich stark verdicken. Fortpflanzung durch nicht kopulierende zweiwimperige Schwärmsporen, deren Entwicklung in der Terminalverzweigung beginnt, basipetal fortschreitet und bisweilen auf die Stammzellen übergreift, bisweilen Vermehrung durch Dauerzellen von meist kurz keulenförmiger, am Scheitel abgerundeter und oft etwas gekrümmter Form, deren Ausbildung in der subterminalen Verzweigung beginnt und ebenfalls basipetal fortschreitet. Vegetative Vermehrung durch Stolonen, Regeneration von alten Stämmen (welche nicht so leicht zerfallen wie bei *Cl. fracta*) sowie von alten Rhizoiden ausgehend.

Abnormitäten: Verspätete Scheidewandbildung, vorgerückte und auch zurückgerückte Scheidewände. Subterminale Insertionen bisweilen an kultivierten und freischwimmenden Exem-

1) s. S.
2) Eine Form, deren Äste meist in Wirteln zu vier stehen, scheint *Cl. olympica* Grun. von Cypern zu sein.

plaren, scheinbare an Fußstücken; sonst sehr selten und nie so ausgeprägt wie an *Cladophora fracta.*

Die Art bewohnt vorwiegend gut durchlüftetes Wasser, größere und kleinere Flußläufe, das Ufer von Seen, wo der Wellenschlag zur Geltung kommt und Tropfwasser an Wassermühlen, Wasserfällen. Sie ist im Gebiete sehr häufig.

Die Art ist ausdauernd. Ihre Hauptentwicklungszeit sind die Monate Juli bis November. Im Winter ist sie weniger auffällig, da sie meist stark mit Kalk inkrustiert (lebhaftes Aufbrausen nach Behandlung mit Säuren) und dicht mit zahlreichen Epiphyten bedeckt ist, unter denen namentlich Diatomeen eine Rolle spielen. Durch die im Frühjahre beginnende Entwicklung neuer, fast epiphytenfreier Triebe fällt die Alge mehr ins Auge infolge ihrer lebhaft grünen Färbung. Durch die starke Vermehrung wird sie überdies an den Standorten bald zur vorherrschenden Art.

Meist regelmäßig auftretende Zustände.

Status *juvenilis*, Jugendzustand.

Die Zoospore setzt sich fest und beginnt sowohl nach der basalen wie apikalen Richtung zu treiben. Das Wachstum am Wurzelpol führt zur Bildung eines primären Rhizoides. Gewöhnlich besteht dieses aus zwei Armen, von denen einer als Fortsetzung der Achse, der andere als rhizoidaler Zweig aufgefaßt werden kann. Seltener entstehen schon frühzeitig mehr als zwei Arme. Da sWachstum am Sproßpol führt zunächst zur Bildung eines Zellfadens.

Status *frondescens*, astbildender Zustand.

Früher oder später beginnt der Faden Äste zu bilden. Da die Pflanze sich ausschließlich durch langsames Spitzenwachstum vergrößert, dauert es etwa 2 Monate bis sie die Höhe von 1 cm erreicht.

Status *ramosus*, ästiger Zustand (Fig. 39a).

Das weitere Wachstum geht verhältnismäßig schneller vor sich. Die Verzweigung wird reicher ausgebildet und die Alge bildet Rasen oder flutenden Büschel, die durch das ebenfalls weiter gewachsene und stärker verzweigte Rhizoid befestigt sind.

Status *fertilis*, Zustand der Sporenproduktion.

Das Spitzenwachstum hält inne, wenn die Alge sich zur Zoosporenbildung anschickt. Die Form der Zoosporangien ist sehr verschieden. Mitunter sind sie von den vegetativen Zellen kaum zu unterscheiden, meist sind sie bauchig angeschwollen und im extremsten Falle nehmen sie eine vollständige Nagelform an. Die Umwandlung in Zoosporangien betrifft in erster Linie die jüngeren Zweige, dann auch die älteren und mitunter auch die Stammzellen.

Status *detersus*, gereinigter Zustand (Fig. 39b).

Nach der Entlassung der Zoosporen gehen die leeren Sporangien zugrunde. Es bleiben nur die Hauptfäden und die

von der Sporenbildung nicht betroffenen Äste zurück. Die Ablösungsstellen der Sporangien runden sich ab. Die übriggebliebenen Fäden nehmen an Dicke zu (bis 170 μ). Die Zellen wachsen nicht weiter in die Länge, verdicken ihre Membranen, verdichten ihren Inhalt und durch leichte Anschwellung an den Querwänden entsteht ein knotiges Aussehen der Hauptfäden. Da die Zoosporenbildung vom Frühjahr bis zum Herbst vor sich geht, so kann die Entwicklung von der Zoospore bis zum status *detersus* in einem Sommer vor sich gehen.

Status *refrondescens*, spättreibender Zustand.

Wenn die Alge im status *detersus* erhalten bleibt, kann sie nach einiger Zeit von neuem austreiben. Nach Entwicklung

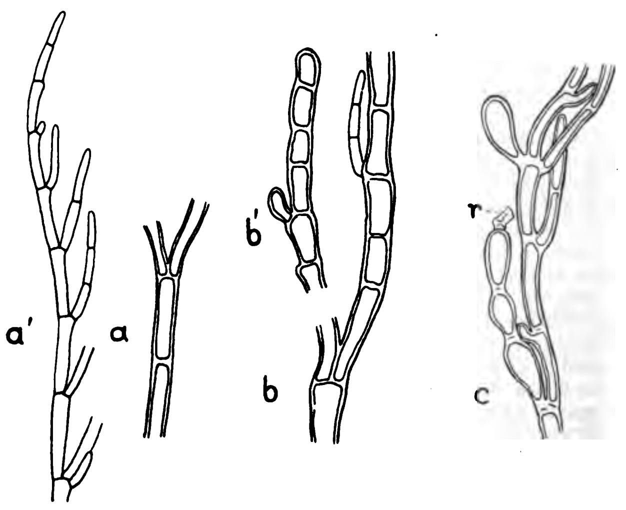


Fig. 39. *Cladophora glomerata:* a status *ramosus*, b status *detersus*, c teilweise im status *hiemalis*, r Rest eines abgestorbenen Zweiges. $^{80}/_{1}$ nach Brand.

der jungen Zweige legen sich die alten Pflanzen dem Boden an. Die Zweige bilden adventive Rhizoide, mit denen sie sich befestigen. Sie wachsen dann zu selbständigen Individuen aus, während die alten Pflanzen allmählich zugrunde gehen. Diese jungen, auf vegetativem Wege entstandenen Pflanzen überwintern im status *ramosus*.

Der Winter bringt im allgemeinen keine besonderen Wachstumsänderungen mit sich. Auch die Keimpflanzen, die erst so spät zur Entwicklung gekommen sind, daß sie nicht mehr zur Sporenbildung schreiten konnten, überwintern im status *ramosus*. Die großen kräftigen Exemplare, die im Frühjahre oder Frühsommer beobachtet werden, sind solche überwinterte Pflanzen. Das wohlausgebildete Haftorgan wird noch

durch intrakutikuläre und extrakutikuläre Rhizoide verstärkt. Die unteren Stammzellen sind unverzweigt, inhaltsleer und bilden nur eine Säule zum Tragen des Verzweigungssystems.

Status *stoloniferus*, ausläufertreibender Zustand (Fig. 14).

Diese überwinterten Pflanzen können nicht nur zur Zoosporenbildung übergehen, sondern dienen auch zur vegetativen Vermehrung der Pflanze, indem ein Teil der Äste des primären Rhizoids sich in Stolonen umwandelt, aus denen junge, zunächst unverzweigte Pflanzen hervorwachsen. Diese jungen Pflanzen bilden ihrerseits Rhizoide aus und werden dann durch Zerfall der Stolonen frei.

Nicht regelmäßig auftretende Zustände.

Status *hiemalis*, Winterzustand (Fig. 39c).

Der eigentliche Winterzustand tritt nur unter besonders ungünstigen Lebensbedingungen auf. Das Wachstum wird fast ganz eingestellt. Der Zustand ist charakterisiert durch das Vorhandensein von Akineten, Zellen, die angeschwollen, mit dichtem Inhalt und dicker Membran versehen sind. Sie entstehen nicht aus den Hauptfäden sondern aus der subterminalen Verzweigung. Die Spitzen werden abgestoßen. Bisweilen geht die Entwicklung auch von einzelnen Stammzellen aus. Die Form der Akineten ist sehr verschieden. Sie können sämtlich zu neuen Pflanzen auswachsen, indem sie nach einer Seite ein Rhizoid, nach der anderen Seite einen zunächst unverzweigten Zellfaden bilden. Sie verhalten sich also ähnlich wie eine Zoospore, nur daß die Akineten anfangs meist noch verbunden sind. Es kann aber auch eine Einzelzelle ein Rhizoid treiben und sich dann von der Pflanze loslösen. Ebenso können sich ganze Zweige nach Hervorbringung eines Rhizoids von der Pflanze loslösen.

Das verspätete Eintreten der Zoosporenproduktion, das durch den Übergang einer Pflanze in einen Ruhezustand bedingt wird, kann also durch reichliche vegetative Vermehrung ausgeglichen werden.

Status *redivivus*, Verjüngungszustand.

Wenn durch besondere Umstände der wesentliche Teil des Thallus zerstört ist, so können bei Beginn günstiger Verhältnisse sowohl der alte Stamm wie auch alte Rhizoide sich zu einer neuen Pflanze regenerieren.

Die auf vegetativem Wege entstandenen Pflanzen verhalten sich hinsichtlich ihrer Lebensgeschichte wie die aus Zoosporen hervorgegangenen. Ihr Rhizoidensystem, das in engerem Sinne nicht als primär bezeichnet werden kann, zeigt dieselbe Entwicklung wie ein typisches primäres Rhizoid.

Status *mucosus* (f. *mucosa* Kützing), schleimiger Zustand.

Dieser Zustand tritt besonders bei jungen Exemplaren, die in weichem Wasser wachsen, auf. Die Membran ist schleimig. Bei zunehmendem Alter verschwindet der Zustand wieder.

Status *incrustatus*, inkrustierter Zustand.

Dieser Zustand tritt besonders bei älteren Exemplaren auf, die in hartem Wasser wachsen. Die Membran ist dann oft dick mit kohlensaurem Kalk inkrustiert.

Status *detersus*, gereinigter Zustand infolge mechanischer Einflüsse entstanden.

Dieser Zustand, der normalerweise nach der Zoosporenproduktion eintritt, kann auch vor derselben durch mechanische Wirkung des fließenden Wassers oder durch Wassermangel hervorgerufen werden. Beide Faktoren treffen natürlich in erster Linie die feineren Verzweigungen, die zugrunde gehen.

Status *declinatus*, abgebogener Zustand.

Dieser Zustand entwickelt sich aus dem status *detersus*, indem die niederliegenden Äste bei neuer Wasserzufuhr sich heliotropisch krümmen und austreiben.

Status *stagnalis*, freischwimmender Zustand (= *Cladophora glomerata* var. *stagnalis* Brand olim z. T.).

Wenn durch mechanische Einwirkung die ganze Alge losgerissen wird, kann sie sich eine Zeitlang freischwimmend weiter am Leben erhalten. Das Vorhandensein der Rhizoide zeigt aber, daß es sich bei diesen freischwimmenden Individuen um normalerweise festsitzende Pflanzen handelt.

Formen.

Im erwachsenen Zustande lassen sich mehrere Formen [1]) unterscheiden, die durch die Anordnung der Zweige charakterisiert sind. Jede dieser Formen kann natürlich in den verschiedenen Zuständen auftreten. Eine Unterscheidung der Formen (ohne Kultur) ist nur möglich, wenn die Verzweigung genügend ausgebildet ist, sonst muß man sich darauf beschränken nur den Zustand anzugeben. Viele ältere Namen sind ebenfalls nicht mit einer dieser Formen zu identifizieren. Diese Namen sind daher im Vorhergehenden bei der Gesamtart angeführt worden.

Forma *genuina* Kirchner em. Brand. — Endständige Zweigbüschel länglich-pinselförmig, zahlreich. Pflanzen oft sehr kräftig und breit-buschig. 10—20 cm lang.

Forma *callicoma* Rabenhorst (= *Cladophora callicoma* Kützing, *Cl. Thuretii* Brébisson). — Verzweigung mehr fiederig angeordnet. Exsikkate oft seidig glänzend. Etwa 8—16 cm lang.

Subforma *Kützingiana* (= *Cl. Kützingiana* Grunow, *Cl. macrogonya* Kützing von Rabenhorst nec Lyngbye.) — Wuchs niedrig, 2—5 cm hoch. Basale Verwachsungen besonders häufig.

Subforma *longissima* (Rabenhorst als Varietät) (= *Cl. longissima* Kützing). Stark verlängerte Form, bis 60 cm lang.

---

1) Eine wenig bekannte Form ist forma *intricata* (= *Cl. intricata* Kützing), die durch verworrene Äste und Zweige charakterisiert ist. Dalmatien.

Forma *fasciculata* (= *Cladophora glomerata* a) *fasciculata* IV *macrogonya* Rabenhorst, *Cl. fasciculata* Kützing, *Cl. fasciculata* Kützing, var. *elongata* Kützing, *Cl. Heufleri* Zanardini, *Cl. Heufleri* Zanardini, f. *elongata* Rabenhorst, *Cl. caespitula* Grunow, *Conferva macrogonya* Lyngbye non Kützing.

Zahlreiche, kurz pinselförmige endständige Zweigbüschel. Meist schlanker im Wuchs als die forma *genuina* 10—20 cm lang.

Forma *rivularis* Rabenhorst. — Gesamtform von schmallänglichem Umriß, sonst wie forma genuina, 10 cm lang.

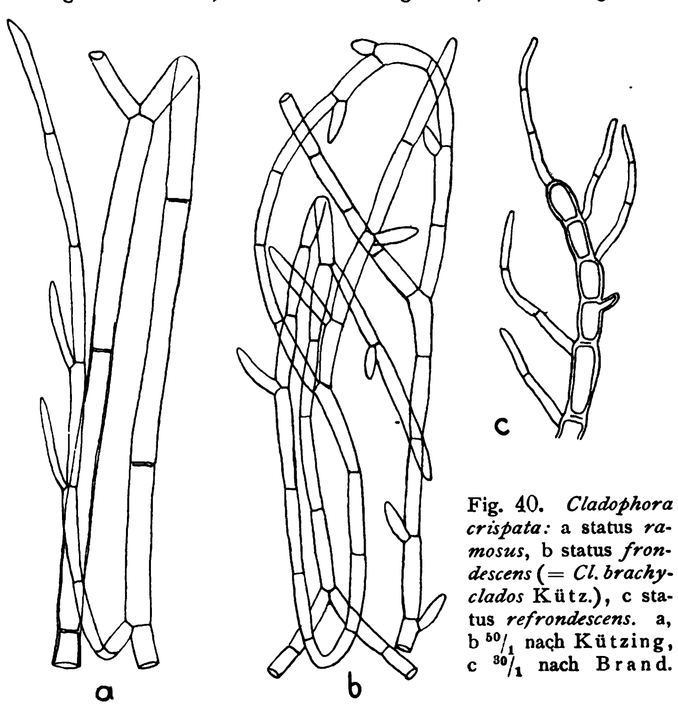


Fig. 40. *Cladophora crispata:* a status *ramosus*, b status *frondescens* (= *Cl. brachyclados* Kütz.), c status *refrondescens*. a, b $^{50}/_{1}$ nach Kützing, c $^{30}/_{1}$ nach Brand.

Forma *simplicior* Kützing (als Varietät). Noch schlanker, bisweilen fast strangförmig mit nur spärlichen oder unvollständig entwickelten endständigen Zweigbüscheln. Von dem status *detersus* der vorhergehenden Formen ist diese durch die nicht verdickten Zellwände und das Fehlen der anderen sekundären Merkmale zu unterscheiden.

7. **Cladophora crispata** (Roth) Kützing ampl. Brand (= *Cl. brachyclados* Kützing, *Cl. comosa* Kützing, *Cl. falklandica* (Hook. et Harv.) Kützing, *Cl. Hochstetteri* Grunow, *Cl. Montagneana* Kützing, *Cl. putealis* Kützing, *Cl. regularis* Kützing, *Cl. vitrea* Kützing, *Cl. crispata b. virescens*

(Kützing) Rabenhorst z. T., *Cl. glomerata* Kützing var *stagnalis* Brand. ex p., *Conferva crispata* Roth, *Conferva falklandica* Hook. et Harv. (Fig. 40). — Thallus mit einer Sohle angewachsen, lockere Rasen oder flutende Büschel bildend, deren Länge sich in stehendem Wasser meist nach Zentimetern berechnet, in fließendem aber mehrere Dezimeter betragen kann. Hauptfäden bis 60, an starken Formen auch bis über 100 μ dick. Verzweigung unten zerstreut, nach der Spitze zu meist dichter, nur selten etwas büschelig gehäuft, mit leicht sparrig oder nur bogig aufrecht abstehenden Ästen; Äste meist einzeln, seltener zu zweien aus einer Mutterzelle entspringend und schon in den höheren Verzweigungsgraden auf die obere Wand der Mutterzelle gerückt; basale Verwachsungen nur an älteren Abschnitten oder fehlend; Terminaläste bisweilen auffallend (bis zu 24 Zellen!) lang unverzweigt; Zellen bis über mittellang, meist von zylindrischer Form und nur an den älteren Fäden öfters nach oben schwach keulig verdickt; Quermesser der dünnsten Terminalzellen bis 20 μ, an schwachen Formen bis 11 μ herabgehend, mit dünner Membran. Regeneration aus der Sohle und aus perennierenden Basalstücken. Vermehrung durch spontane Ablösung von Hauptästen und nicht selten durch Zoosporen, welche in der Terminalverzweigung entstehen und deren Sporangien von der Form der vegetativen Zellen wenig verschieden sind. Häufigere (und einigermaßen charakteristische) Abnormitäten, ähnlich wie bei *Cladophora glomerata*, aber weniger ausgeprägt.

Die Art ist ausdauernd und bewohnt langsam fließendes oder stehendes, bisweilen etwas unreines Wasser. In letzterem siedelt sie sich gern auf Wasserschnecken *(Limnaeus)* an.

Meist regelmäßig auftretende Zustände.

In den einzelnen Phasen der Lebensgeschichte ist diese Art der *Cladophora glomerata* sehr ähnlich. Aus dem status *juvenilis* entwickelt sich aber meist erst ein status *simplicior*, indem die Alge langgestreckte wenig verzweigte Fäden bildet. Den Übergang, den normalen verzweigten Zustand bildet der status *frondescens* (Fig. 40b), in dem besonders im oberen Teile der Pflanze zahlreiche Zweiganlagen auftreten.

Der status *ramosus* (Fig. 40a) ist bei dieser Art sehr verschieden ausgebildet. Meist ist die Verzweigung unregelmäßiger als bei *Cladophora glomerata*, die Terminaläste sind bisweilen sehr verlängert.

Der Status *fertilis* tritt seltener auf als bei *Cl. glomerata*. Die Zoosporangien bilden sich in den Endverzweigungen, und mit ihrer Entstehung ist das Längenwachstum vorläufig zu Ende. Aus dem status *fertilis* geht der status *detersus* hervor, aus dem sich bei günstigen Verhältnissen ein status *refrondescens* (Fig. 40c) entwickeln kann.

Zur Überwinterung kommen meist nur die basalen Teile der Pflanze, aus denen sich bei günstiger Witterung die Pflanze regeneriert (status *redivivus*) und durch Auflösung der ursprünglich zusammenhängenden älteren Teile vermehrt. Sehr

häufig ist die Loslösung von Hauptästen, eine Vermehrungsart, die bei *Cladophora glomerata* nur eine untergeordnete Rolle spielt.

Nicht regelmäßig auftretende Zustände.

Status *natans*, freischwimmender Zustand.

Dieser Zustand ist von besonderem Interesse. Die losgelöste Pflanze bildet Zoosporen und geht dann allmählich in eine Form über, die von *Cladophora fracta* nicht mehr zu unterscheiden ist[1]). Die Loslösung der Alge erfolgt trotz des stark entwickelten Rhizoides viel leichter als bei *Cladophora glomerata*, weil *Cl. crispata* meist auf lockerem schlammigem Boden wächst, aus dem selbst ausgedehnte Rhizoide bereits durch schwache mechanische Wirkungen herausgezogen werden können.

Status *insolatus*, bleichsüchtiger Zustand.

Blaßgrün weißlich, Zellen oft stark verlängert, 6—20mal so lang als ihr Durchmesser.

Formen.

Forma *genuina*. — Mit den angegebenen Synonymen und Merkmalen (Fig. 40). — Im ganzen Gebiete häufig.

Ob die beiden im folgenden aufgeführten Formen nur besondere Zustände sind oder systematischen Wert besitzen, ist weiter zu untersuchen.

Forma *brachystelecha* (= *Cl. brachystelecha* Rabenhorst, *Cl. glomerata* var. *stagnalis* f. *brachystelecha* Brand olim). — Meist 5—10, seltener 15 mm lang, sehr reich verzweigt, verflochten. Hauptäste 55—75 μ dick, Endverzweigungen 31—35 μ dick. Zellen 4—12mal so lang. — Salziger See bei Halle a. S., Stienitzer See b. Berlin, Obersontheim, Stolper See und Balaner See in Holstein.

Forma *arenaria* Kützing (*Cl. arenaria* Agardh, *Conferva arenaria* Roth). — Fäden sehr reich verzweigt, bogig-gekrümmt, verwoben. — Auf feuchtem Sandboden. Wenig bekannt.

8. **Cladophora fracta** Kützing ampl. Brand (Fig. 41—44). Thallus ohne primäre Haftorgane, in Watten freischwimmend oder angeschlungen — auch durch adventive Rhizoide angeheftet —, flutend. Wachstum unbegrenzt. Fäden entweder ziemlich gleichdick oder im Verlaufe unregelmäßig verdickt oder verdünnt bis über 150 μ im Quermesser, Endäste bis 12 μ herabgehend. Verzweigung bald reichlich, bald sparsam, unregelmäßig zerstreut, wobei gelegentlich sogar Umkehr der Wachstumsrichtung eintreten kann. Äste meist einzeln, selten zu zweien aus einer Zelle, und zwar ursprünglich seitlich stehend und erst an älteren Abschnitten auf den oberen Rand der Mutterzelle gerückt, Dichotomien und seltener Trichotomien bildend. Terminaläste oft lang unverzweigt. Zellen ziemlich

1) Wahrscheinlich ist deshalb *Cladophora fracta* gar keine besondere Art. Aus praktischen Gründen ist sie hier aber als solche behandelt worden.

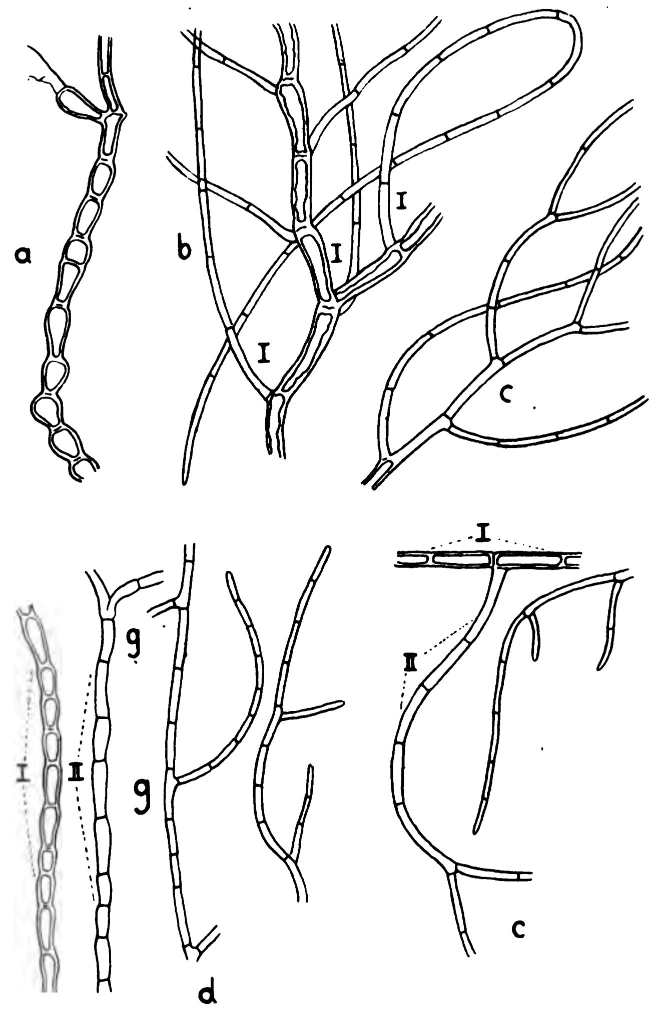


Fig. 41. *Cladophora fracta* var. *normalis:* a status *hiemalis*, am oberen Ende links eine abgestorbene Zelle. — Dezember; b dieselbe Alge im vorgeschrittenen status *frondescens*, zugleich insoliert. Die Reproduktionszellen haben sich gestreckt und gekrümmt, sind inhaltsarm und wie die ganze Alge etwas ausgebleicht. Bei I junge Zweige. — April; c dieselbe Alge im status *ramosus*, ebenfalls insoliert, deshalb gelblich und langzellig. Die ehemaligen Äste I sind zu Hauptfäden geworden. II Äste zweiter Ordnung. — Juni; d dieselbe Alge im status *subsimplex* I und II siehe unter c. g g gegenläufige Äste mit intaktem Mittelstück. ($^{80}/_{1}$ nach Brand.)

regelmäßig oder etwas unregelmäßig zylindrisch, meist von mittlerer aber vielfach wechselnder Länge. Fortpflanzung äußerst selten durch interkalar entstandene Schwärmsporen, in der Regel nur Prolifikation aus annäherungsweise birnförmigen Dauerzellen, deren Bildung reihenweise in den Hauptfäden beginnt.

Abnormitäten[1]): Äste dicker als die Mutterfäden, Einschnürung der vegetativen Fäden an den Scheidewänden und selbst spontane Fragmentation, Verbiegungen und stumpfe Winkelbildungen, vorgerückte Scheidewände (hauptsächlich an Zweigen höherer Ordnung) und seltener zurückgerückte Scheidewände, Transvektion der Zweigansätze und besonders subterminale Insertionen.

Die Art bevorzugt gut durchlüftete Gewässer, die im Sommer nicht zu stark erhitzt werden. Hier tritt sie in großer Individuenzahl auf, besonders im Sommer und Herbst. Die Pflanzen sind meist reichlich mit Epiphyten besetzt, besonders mit den Diatomeen *Cocconeis Pediculus*, *Synedra radians*, *Epithemia turgida* und *Achnanthes* mit der Cyanophycee *Chamaesiphon* und auch die merkwürdige schalentragende rhizopodiale Chrysomonade *Chrysocrinus*. Nach Fritsch sind diese Epiphyten an dem Rückgang der *Cl. fracta* während des Winters in erster Linie schuld. *Cocconeis* ist im Winter am wenigsten zahlreich, beginnt sich aber stark zu vermehren, sobald die *Cladophora* neue Zweige treibt. Diese werden sofort besiedelt, wodurch die Assimilationstätigkeit stark herabgesetzt wird. Wenn schließlich die Astbildung aufhört, kommt die *Cladophora* infolge der Besiedelung mit Epiphyten in schlechte Lebensbedingungen und ganze Teile des Thallus sterben ab. Das ist der Grund des relativ seltenen Auftretens im Winter. *Synedra varians* besetzt die *Cladophora* besonders im Winter und vergrößert so den von *Cocconeis* angerichteten Schaden.

var. ***normalis*** Rabenhorst (einschließlich var. *patens* (Ag.) Rabenh. und var. *strepens* (Ag.) Rabenh., = *Cladophora crispata* Hassall, *Cl. glomerata* Kütz. var. *dichotoma* Schmidle, *Cl. gossypina* Kützing, *Cl. rigidula* Kützing, *Cl. strepens* (Ag.) Kützing, *Cl. viadrina* Kützing, *Conferva bullosa* Weiß, *C. fracta* Dillwyn, *C. capillaris* Montagne, *C. strepens* Agardh. — Die Alge bildet freischwimmende Watten. Die vegetativen Hauptfäden sind meist bis 80, seltener bis 120 μ dick, die Terminalfäden bis 25 μ. Der Zellinhalt ist meist dicht, die Zellmembran schon frühzeitig derb.

Durch die gute Ausbildung des Status *ramosus* ist diese Varietät von den beiden anderen verschieden.

Meist regelmäßig auftretende Zustände.

Status *hiemalis*, Winterzustand (= *Cladophora fracta* f. *bistriata* Schmidle. — Fig. 41 a).

Im Winterzustande haben die Zellen eine sehr verschiedene Form. Meist sind sie birnförmig, stets sind sie angeschwollen,

1) Abnorme Bildungen entstehen besonders in älteren Hauskulturen. Mehrfach sind solche pathologisch veränderte Formen besonders benannt worden, so *Cladophora fracta* f. *dimorpha* Gay und *Cladophora heterocladia* Kützing

mit geschichteten dicken Membranen und dunklem, dichtem Inhalt versehen. Der größte beobachtete Querdurchmesser beträgt ca. 130 μ. Sie entstehen nur aus Fäden, deren Zellen mindestens 60 μ dick sind. Die aus dünneren Fäden hervorgehenden Dauerzellen werden nur unvollständig ausgebildet. Im einfachsten Falle zeigt sich nur eine knopfige Verdickung des oberen Zellendes.

Die Umwandlung in Dauerzellen beginnt oft schon im Sommer. Zu dieser Jahreszeit sind sie allerdings noch nicht typisch entwickelt, sondern nur im Anfangsstadium.

Die fertig ausgebildeten Dauerzellen können den Winter auch unter den ungünstigsten Verhältnissen überstehen. Die ganze Pflanze liegt meist auf dem Grunde des Gewässers und besteht aus wenig verzweigten, dichotomischen brüchigen Fäden.

Status *frondescens*, astbildender Zustand (Fig. 41 b).

Unter günstigen Bedingungen (am häufigsten im Frühjahr) steigen die Algen vom Grunde wieder empor.

Die Dauerzellen bringen je einen Ast hervor. Die Äste wachsen zunächst unverzweigt in die Länge. Die Dauerzellen bleiben noch ziemlich lange in ihrer ursprünglichen Form erhalten. Starke Bestrahlung ist ihrer Lebensdauer ungünstig. Sie werden unter diesen Umständen bald inhaltsarm, verlängern und krümmen sich, so daß sie eine Zickzacklinie bilden und werden dann bald ganz aufgelöst.

Die Ausbildung der weiteren Verzweigung der aus den Dauerzellen hervorgewachsenen primären Äste ist von äußeren Verhältnissen abhängig, relativ niedere Temperatur und fließende Bewegung des Wassers verzögern sie und umgekehrt. Schließlich aber tritt eine Verzweigung auf und der Zerfall der Dauerzellen geht seinem Ende entgegen.

Status *ramosus*, ästiger Zustand (Fig. 41c).

In diesem Zustande sind die primären Zweige der Dauerzellen durch den Zerfall der letzteren selbständige Hauptfäden geworden, die unregelmäßig etwas sparrig verzweigt sind.

Status *subsimplex*, fast einfacher Zustand (Fig. 41d).

Besonders im Hochsommer wird das Spitzenwachstum verlangsamt und die interkalare Zellteilung häufiger. Die Fäden werden etwas starrer und sparriger. Die Zweigansätze verwandeln sich allmählich in Dichotomien. Diese sind mehr oder weniger verwachsen und können auch gelegentlich durch transvekte Insertionen ersetzt sein.

Zugleich treten, besonders an den dickeren Fäden, den Scheidewänden entsprechende leichte Einschnürungen auf. Die Zellen der Hauptfäden beginnen anzuschwellen und ihr Inhalt wird dichter. Die Pflanze beginnt also in den Winterzustand überzugehen.

(= *Confera ramosa* Beggiato, *Confera angulosa* Pollini). Eine durch einen Parasiten veränderte Form ist *Cladophora clavigera* Kützing (= *Conferva dilatata β. clavata* Roth), deren Endzellen keulenförmig angeschwollen sind.

Nicht regelmäßig auftretende Zustände.

Status *fertilis*, Zustand der Sporenproduktion.

Sowohl interkalare wie terminale Zellen sind etwas angeschwollen und mit stark verdickten Membranen versehen. Der Inhalt ballt sich zusammen und bildet Zoosporen, die durch ein rundes terminales oder ein seitenständig subterminales Loch entleert werden. Dieser Zustand scheint selten zu sein. Beobachtet wurde sein Entstehen aus dem Winterzustand.

Status *simplicior*, armästiger Zustand.

Wenn der ästige Zustand in typischer Weise überhaupt nicht zur Entwicklung kommt, kann man den an seine Stelle tretenden Zustand als armästigen Zustand bezeichnen, wenn es sich nicht um eine fixierte armästige Varietät sondern eben nur um einen von äußeren Verhältnissen abhängigen Zustand handelt.

Status *refrondescens*, spättreibender Zustand.

Die im Herbstzustand oder im beginnenden Winterzustand befindliche Alge kann im Spätsommer oder im Herbst unter günstigen Verhältnissen austreiben und in einen ästigen Zustand übergehen. In diesem Falle bleiben aber die Mutterzellen unverändert erhalten und es besteht dann die Algenwatte aus den schwach perlschnurartig ausgebildeten Hauptfäden und den Verzweigungen mit zylindrischen Zellen.

Status *uvidus*, Trockenheitszustand.

Infolge von Wassermangel sterben einzelne Teile des Thallus ab. Die Fäden zerfallen infolgedessen. Es entstehen reichlich Rhizoide teils seitlich, teils in der Längsachse der Fäden, im letzteren Falle oft unter Durchwachsung der leeren Nachbarzellen, die noch vorhanden sind.

Wenn dieser Zustand bei langfädigen armästigen Formen auftritt, so kann leicht eine Verwechslung mit *Rhizoclonium* stattfinden. Die Rhizoide haben vielleicht die Bedeutung von Saugwurzeln.

Status *incrustatus*, inkrustierter Zustand.

Stärkere Ablagerungen von kohlensaurem Kalk treten an älteren Fäden auf auch unter normalen Wasserverhältnissen. Häufiger ist dieser Zustand bei Wassermangel.

Status *insolatus*, bleichsüchtiger Zustand.

Der Inhalt der Zellen wird durch zu starke Bestrahlung bleich und die Zellen verlängern sich in abnormer Weise. Wirkt die Bestrahlung zu schnell, so sterben die Zellen ab, ohne erst in die Länge zu wachsen. Beim Austrocknen eines Gewässers bilden diese bleichen Fäden das sog. Meteorpapier.

var. ***lacustris*** (Kütz.) Brand (= *Cladophora lacustris* Kützing, *Cl. Bulnheimii* Rabenhorst, *Cl. crispata* Kützing var. *acuta* P. Richter, *Cl. debilis* Kützing, *Cl. dichlora* Kützing, *Cl. fracta* var. *terrestris* Kützing, *Cl. fracta* var.

oligoclona f. *tenuior* Rabenhorst und f. *gossypina* Grunow, *Cl. fracta* var. *tenuissima* Schmidle, *Cl. funiformis* Kützing, *Cl. globulina* Kützing, *Cl. hyalina* Kützing, *Cl. Lyngbyei* Boergesen[1]), *Cl. margaritifera* Kützing, *Cl. squarrulosa* Grunow, *Cl. simpliciuscula* Kützing [non Hooker et Harv.][2]), *Cl. sordida* Kützing, *Cl. subsimplex* Kützing mit f. *fuegiana* Detoni, *Cl. sudetica* Kützing, *Cl. vitrea* var. *densa* Rabenhorst, *Conferva funiformis* Roth, *Conferva margaritifera* Juergens. — Fig. 42). — Freischwimmende Watten bildend oder angeschlungen flutend. Hauptfäden meist nur 25—40 (—60) μ dick, Hauptäste ebenso dick, aber bis 15 (—11) μ verjüngt. Die Äste entspringen einzeln oder zu zweit, seitlich. Evektion verlangsamt, erst in höherem Alter sind die Äste bisweilen auf die Mutterzelle hinaufgerückt. Sie sind unverzweigt oder selten verzweigt. Die Zellen sind meist mit ziemlich dichtem Inhalt und kräftigen Membranen versehen, von sehr wechselnder Länge (2—15 Querdurchmesser). Ausgebildete Dauerzellen sind selten zu finden, dagegen oft kugelige Anschwellung der Zellenden.

Häufige Formabweichungen sind Krümmungen der Fäden, subterminaler Zweigursprung, vorgerückte Scheidewände, verschiedene Monstrositäten der Zellen.

Meist regelmäßig auftretende Zustände.

Status *hiemalis*, Winterzustand (Fig. 42 d).

Die Dauerzellen sind denen der var. *normalis* ähnlich, aber ihre Dimensionen sind um die Hälfte kleiner. Je jünger die Fäden sind, desto unvollständiger werden die Dauerzellen ausgebildet. Im extremsten Falle ist der Charakter als Dauerzelle nur durch eine kurze Anschwellung des oberen Zellendes angedeutet.

Völlig entwickelte Dauerzellen gehen nach dem Austreiben zugrunde, unvollständig entwickelte verhalten sich wie die im status *subsimplex* (s. unten) befindlichen Glieder.

Der eigentliche Winterzustand scheint nur bei besonders ungünstigen Verhältnissen angenommen zu werden. Meistens überwintert die Alge im status *subsimplex*.

Status *frondescens*, astbildender Zustand.

Gegen Ende des Winters pflegt das Austreiben der Zellen zu beginnen.

Von den Dauerzellen gibt jede einzelne aus ihrem oberen Ende einen Ast ab. Wenn zwei Äste entspringen, was selten vorkommt, tritt meistens der eine am oberen, der andere am unteren Ende der Zelle aus. Letzterer hat entweder ein rhizoidähnliches Aussehen oder er zeigt vegetativen Charakter. Im letztgenannten Falle kann also das obere und das untere Ende einer Zelle je eine neue Pflanze erzeugen.

Wenn die Pflanze dagegen aus dem status *subsimplex* in den status *frondescens* übergeht, so bedeutet das einfach eine

1) Form, die in feuchtem Moose gefunden ist.
2) Die von diesen Autoren so benannte Art ist marin.

Wiederaufnahme des vegetativen Wachstums. Die Zellen wer allmählich heller, strecken sich etwas und verzweigen sich h und da in der gewöhnlichen Weise. Isolierte Fragme können sich nach allen Richtungen regenerieren.

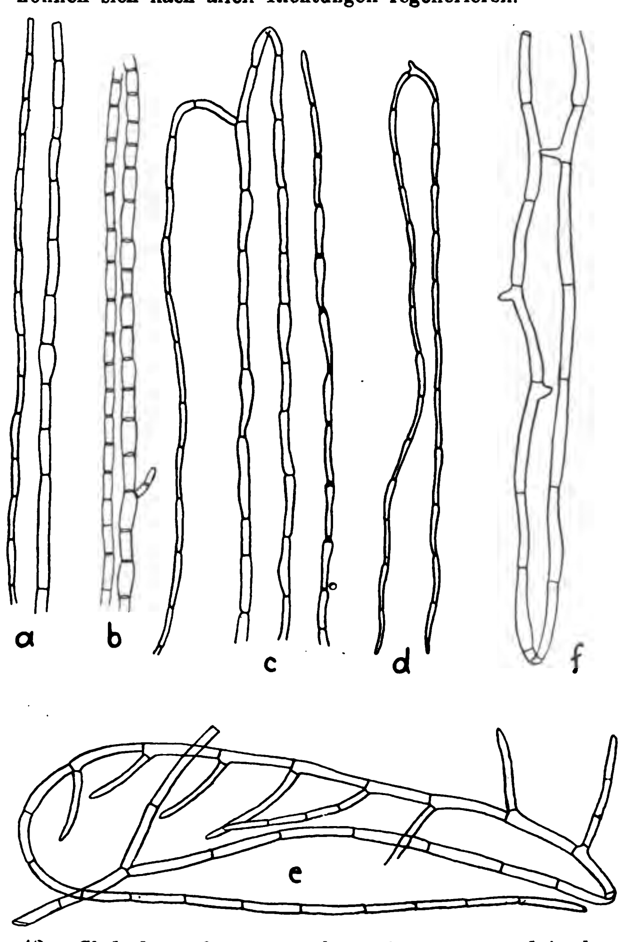


Fig. 42. *Cladophora fracta* var. *lacustris*: a status *subsimplex (Cl. sordida)*, b status *subsimplex (Cl. hyalina)*, c status *subsimplex (Cl. lacustris)*, d status *hiemalis* nicht ausgeprägt *(Cl. globulina)*, e stat *ramosus (Cl. sudetica)*, f *f. Flotowiana (Cl. Flotowiana)* nach Kützin

Status *simplicior*, armästiger Zustand.

Dieser Zustand, der bei var. *normalis* nur gelegentlich au tritt, scheint bei dieser Varietät zu den regelmäßigen physi logischen Zuständen zu gehören.

Die im status *frondescens* gebildeten Äste verzweigen sich zunächst kaum oder gar nicht, sondern wachsen bei ziemlich gleichmäßiger Dicke nur in die Länge, so daß eine gewisse Ähnlichkeit mit *Rhizoclonium* entsteht. Alle Zellen enthalten in diesem Stadium mehrere oder eine größere Anzahl Kerne.

Status *ramosus*, ästiger Zustand.

Dieser Zustand ist bei var. *lacustris* weniger ausgeprägt als bei var. *normalis*. In kaltem fließenden Wasser kann er nahezu ganz ausfallen. An den bisherigen langen Ästen tritt hier und da, besonders nach der Spitze zu, eine ziemlich reichliche Verzweigung auf.

Die jüngeren Fäden des status *ramosus* sind vorwiegend rein zylindrisch und seichte Einschnürungen scheinen nur an solchen Abschnitten aufzutreten, welche auf der Oberfläche der Watten mit der Luft in Berührung gekommen waren, so daß an einem und demselben Faden zylindrische Stücke mit eingeschnürten abwechseln können. Die Länge der Zellen ist an ein und demselben Faden sehr schwankend. Vorwiegend finden sich lange Zellen mit ziemlich dünnen Membranen und einer größeren Anzahl von Kernen. Bei Zellen, die weniger als 17 μ dick sind, liegen die Kerne in einer Reihe, sonst in unregelmäßigen Reihen[1]).

Status *subsimplex*, vereinfachter Zustand.

Der Übergang in diesen Zustand wird angezeigt durch die Verdichtung des Zellinhalts infolge der Anhäufung von Reservestoffen. Die Zweigbildung wird eingestellt und statt dessen setzt eine lebhafte interkalare Zellteilung ein. Infolgedessen werden die Zellen durchschnittlich kürzer als im status *ramosus*, allerdings nicht immer. Die Zellen der älteren Fäden beginnen anzuschwellen. Die Membranen werden derber und die Fäden infolgedessen spröder. Durch das Überwiegen der interkalaren Zellteilungen wird ein Aussehen wie von *Rhizoclonium* hervorgerufen. In diesem Zustand pflegen auch abnorme Bildungen aufzutreten.

Die Anzahl der Kerne wird in vielen Zellen durch den Übergang in diesen Zustand beträchtlich vermindert. In dünneren Zellen, etwa bis 30 μ Durchmesser, liegen sie in der Längsachse der Zelle, in den kürzesten Zellen nur ein Kern, in längeren zwei oder mehr Kerne in gleichmäßigen Abständen. In Zellen, die über 30 μ dick sind, sind mehr Kerne vorhanden, die nicht mehr in einer Reihe liegen.

Nicht regelmäßig auftretende Zustände.

Diese Zustände sind dieselben wie bei der var. *normalis*. Von besonderem Interesse ist der durch abnorme Trockenheit entstehende status *uvidus*.

Der Eintritt dieses Zustandes wurde beobachtet im Spätsommer oder Herbst, als die Alge sich im status *subsimplex* befand. In erster Linie trat Absterben einzelner Fadenabschnitte

1) Vgl. dagegen das im allgemeinen Teil der Siphonocladiales über den Kern Gesagte.

und dadurch ein Zerfall des Thallus ein. Ferner wurden aber atrophische Verdünnungen von Terminalästen und die Bildung zahlreicher wirklicher Rhizoide beobachtet. Diese entspringen meistens aus der Zellbasis, seltener seitlich, am seltensten apittal. Diese adventiven Haftorgane können teils an die Helikoide von *Pithophora*, teils an die Cirroide von *Aegagropila* und gewisser Meeresformen erinnern. Vielleicht dienen diese Rhizoide der Wasserversorgung. Ob bei erneuter Wasserzufuhr die Rhizoide erstarken und sich verzweigen und so aus der freischwimmenden Alge wieder eine festsitzende *(Cl. crispata)* wird, darüber liegen noch keine Beobachtungen vor.

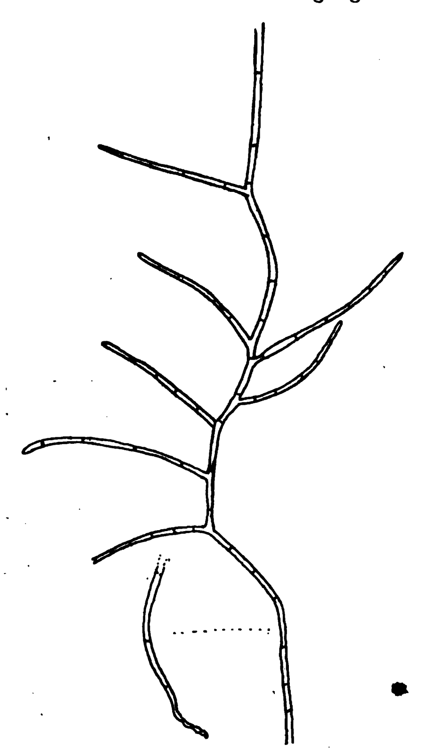


Fig. 43. *Cladophora fracta* var. *lacustris (Cl. Lyngbyei)* nach Boergesen.

Dicht an der Oberfläche von Flüssen, Quellen, Gräben und Seen in süßem oder schwach salzigen mit einiger organischer Beimengung versehenem Wasser, das etwas kühl, ruhig oder schwach bewegt ist; in der Traufe von Quellen und Wasserfällen, auf dem Grunde von Seen bisweilen im Winterzustande, ferner als Bestandteil von Flechten.

Formen.

Außer der typischen Form lassen sich die folgenden Formen unterscheiden.

Forma *Flotowiana* Brand (= *Cl. oligoclona* var. *Flotowiana* Hansg., *Cl. Flotowiana* Kütz., Fig. 42 f). — Hauptfäden entfernt und fast dichotomisch verzweigt, Zweige verlängert, leicht gebogen mit zahlreichen zu gleicher Zeit erscheinenden Zweiganlagen. Zellen der Hauptfäden 40 bis 56 μ dick, meist 2—6 mal so lang, die der Äste 25—42 μ dick, 4—10 mal so lang. — Tegernsee, Hirschberg in Schlesien, Gremmerup in Schleswig.

Forma *ramosissima* Brand. — Sehr ausgeprägter status *ramosus*. Die ganze Pflanze ist reichlich verzweigt.

Forma *subtilis* Teodoresco. — Fäden meist einfach, sehr selten mit kleinen Zweigen besetzt. Zellen 13,5—24,5 μ

dick, 4—14 mal so lang. — Würmsee. Fischteich im Botanischen Garten in Bukarest. Wahrscheinlich gehört hierher auch *Cl. dubia* Kützing, in einem Aquarium des Botanischen Gartens zu Padua beobachtet.

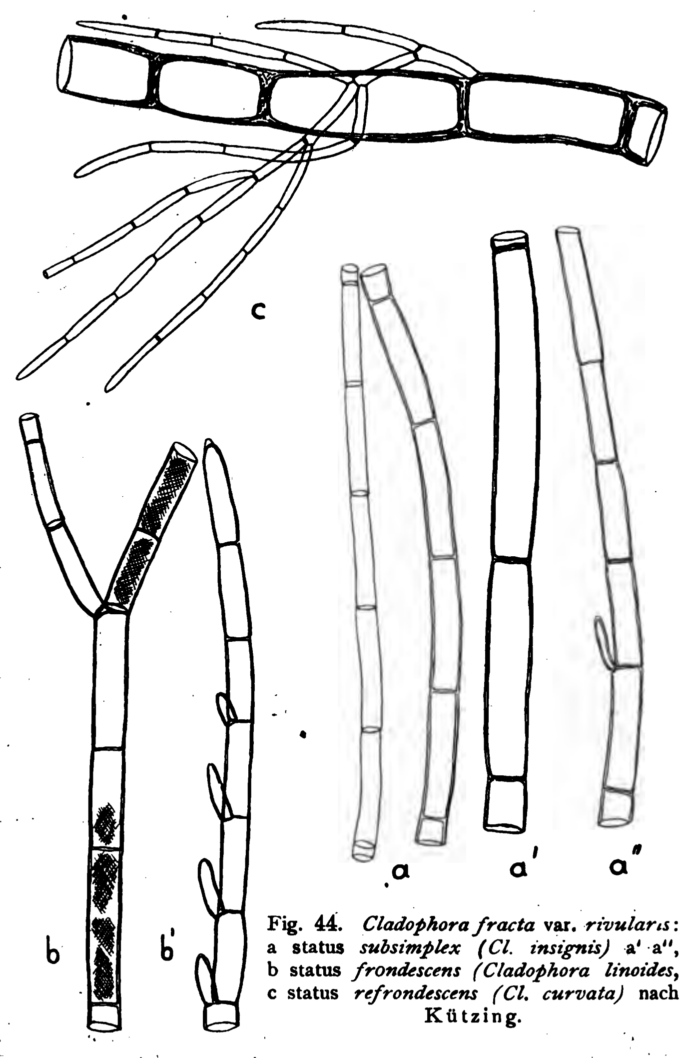


Fig. 44. *Cladophora fracta* var. *rivularis*: a status *subsimplex* (*Cl. insignis*) a' a", b status *frondescens* (*Cladophora linoides*, c status *refrondescens* (*Cl. curvata*) nach Kützing.

Forma *oligoclona* Rabenhorst (= *Cl. oligoclona* Kützing). — Fäden sehr stark verweigt, ca. 60 μ dick. Hauptäste fast dichotomisch, meist einfach und sehr verlängert. Zellen 40 bis

4*

48 μ dick, 1½—3 mal so lang. Diese Form bildet den Übergang zur var. *normalis*.

var. *rivularis* Brand (= *Prolifera rivularis* Vaucher, *Cladophora calida* Kützing, *Cl. curvata* Kützing, *Cl. elongata* Kützing, *Cl. insignis* Kützing, *Cl. linoides* Kützing, *Conferva elongata* Agardh, *C. erecta* Luhr, *C. insignis* Agardh. — Fig. 44). — In Büscheln oder langen Strängen angeschlungen flutend, bis 1 m lang. Die bisweilen krausen, etwas steifen Fäden sind meist 40—90 μ dick, selten dicker (bis 120 μ), die Äste meist dick und stumpf, doch auch bis 30 μ verdünnt. Zellen nur mittellang, meist regelmäßig zylindrisch und (im Zustande lebhaften Wachstums) mit verhältnismäßig dünnen Membranen und hellen Scheidewänden. Ein ausgeprägter status *ramosus* fehlt meistens. Der Winterzustand tritt selten auf, dann aber ausgeprägt. — In fließendem und stehendem Wasser.

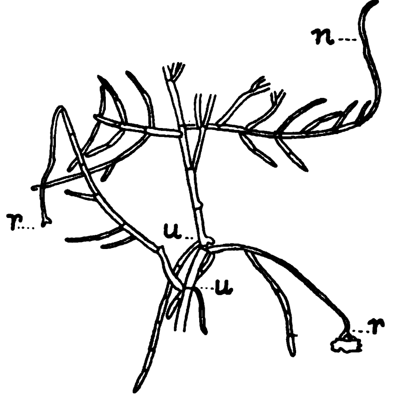


Fig. 45. *Cladophora Dusenii:* r r Rhizoide aus seitlichen Ästen. Bei u—u Umkehr der Polarität bezüglich der Adventiväste, n neutraler Sproß. $^{80}/_1$ nach Brand.

Sect. **Planae** Brand mscr.

Arten mit Ästen, die wenigstens zum Teil in einer Ebene angeordnet sind (Fig. 45).

In Europa nur:

*9. **Cladophora Lagerheimii** Brand[1]) (= *Aegagropila Lagerheimii* [Brand] Nordstedt). Die bis 1 cm hohen Einzelpflanzen sind zu lockeren Büscheln vereinigt. Die Verzweigung trägt den allgemeinen Charakter der Aegagropilen (s. S. 53), unterscheidet sich aber von allen anderen Arten dadurch, daß an einzelnen Abschnitten der Fäden ausgesprochene Fiederung auftritt. Subterminale Insertionen und vorgerückte Scheidewände sind häufig, aber wenig ausgesprochen. Die Fäden sind selten über 50 μ dick. Alle Zellen, einschließlich jener der ältesten Stämme, sind zylindrisch, letztere bisweilen nach oben zu nur wenig verdickt. — Graben, der mit einem See bei Dalrö bei Stockholm zusammenhängt.

---

1) Diese Art nimmt eine isolierte Stellung unter den europäischen Arten ein. Es gehören in diese Sektion nach Brand (briefl. Mitteilung) außerdem *Cladophora Beneckei* Möbius aus Java, *Cladophora primata* Dickie aus Mauritius, *Cladophora Duseni* Brand aus Kamerun (Fig. 45) und *Cladophora ophiophila* Magnus et Wille aus Siam.

Aegagropila Kützing.

(= *Conferva Aegagropila* L., *Cladophora Aegagropila* Rabenhorst). Schopfförmige oder radiäre Flocken in formlosen Lagern; ausnahmsweise Rasen, Polster oder Ballen, die aus mehreren Einzelpflanzen zusammengesetzt sind. Größe der Einzelpflanzen nie mehr als 3 cm[1]). Primäre Haftorgane fehlen, häufig finden sich seitliche und besonders apikale adventive Rhizoide. Bei orthotropen Pflanzen ist die Verzweigung monopodial traubig, bei einer Art bostrychoid, bei solchen, die fest dem Grunde anliegen, pseudosympodial. Astwinkel meist spitz; nur an kleinen freien Pflanzen ist die Verzweigung bisweilen etwas sparrig. Aus einem Zellende entspringen ein bis zwei Äste, seltener drei oder sogar vier. Die Äste sind vorwiegend gerade, auch etwas verbogen, nur bei einer Art stets geweihförmig gekrümmt, ziemlich straff elastisch, oft mit brüchigen Ansätzen. Terminaläste bisweilen um das Mehrfache verlängert. Opposition der Äste ist bei manchen Arten sehr häufig und im allgemeinen für die Gattung charakteristisch. Insertion normal, auch sehr häufig subterminal; fast ohne Evektion, so daß die Äste nur ausnahmsweise vollständig auf die obere Wand der Mutterzelle gelangen. Nur bei einer Art dislozierende Evektion. Basale Verwachsung der Äste kommt niemals vor. Inverser Ursprung vegetativer Äste ist unter Umständen sehr häufig. Interkalare Zellen sind mittellang bis lang, zylindrisch, nur bei einer Art gekrümmt, niemals durchaus kurz (von etwa 2 Quermessern). Je nach den Arten kommen mancherlei Verdickungen vor. Vegetative Spitzenzellen sind wenigstens ca. 35 μ dick, bisweilen stark verlängert, in anderen Fällen lanzettlich oder kolbig verdickt. Membran meist über 2 μ dick. Basipetale Verwachsungen sind sehr selten und betreffen höchstens eine Zelle. Interkalare Zellteilung fehlt normalerweise vollständig. Die Alge ist im ganzen perennierend. Die Vermehrung findet nur durch Teilung und Prolifikation aus Stolonen statt. Zoosporen und Gameten fehlen. Süßwasserbewohner[2]). Die gewöhnliche Form in Tiefen von 3—24 m am Grunde von Seen, die Rasen- und Ballenform in seichterem Wasser.

Bestimmungsschlüssel der Arten.

I. Zellen und Äste gerade. Evektion verlangsamt.
Sect. **Euaegagropila**[3]) (S. 55).

1. Stammzellen oft nach oben zu stark verdickt, mit starren Membranen versehen, vor ihrem Zerfalle leicht vom Stamme ablösbar.

1) Bei bipolar gebauten Pflanzen wird die Länge nur vom Punkte der Polaritätsumkehr aus gerechnet.

2) Im Meere finden sich eine Anzahl Arten, die ebenfalls zu dieser Gattung gerechnet werden. Mehrere derselben, deren Aufbau näher untersucht wurde, zeigen in der Tat eine große Übereinstimmung. Ein wesentlicher Unterschied ist das Auftreten einer ungeschlechtlichen Fortpflanzung durch Zoosporen. Falls die Zugehörigkeit zu dieser Gattung sichergestellt ist, muß die Diagnose mit Rücksicht auf die marinen Arten erweitert werden. Für die Zwecke dieser Flora ist diese Berücksichtigung unnötig.

3) Als Sammelart gehört hierher *Ae. profunda* 6, welche die Formen umfaßt, die den Boden der Seen in 3—24 m Tiefe bewohnen und nicht in Ballenform bekannt sind.

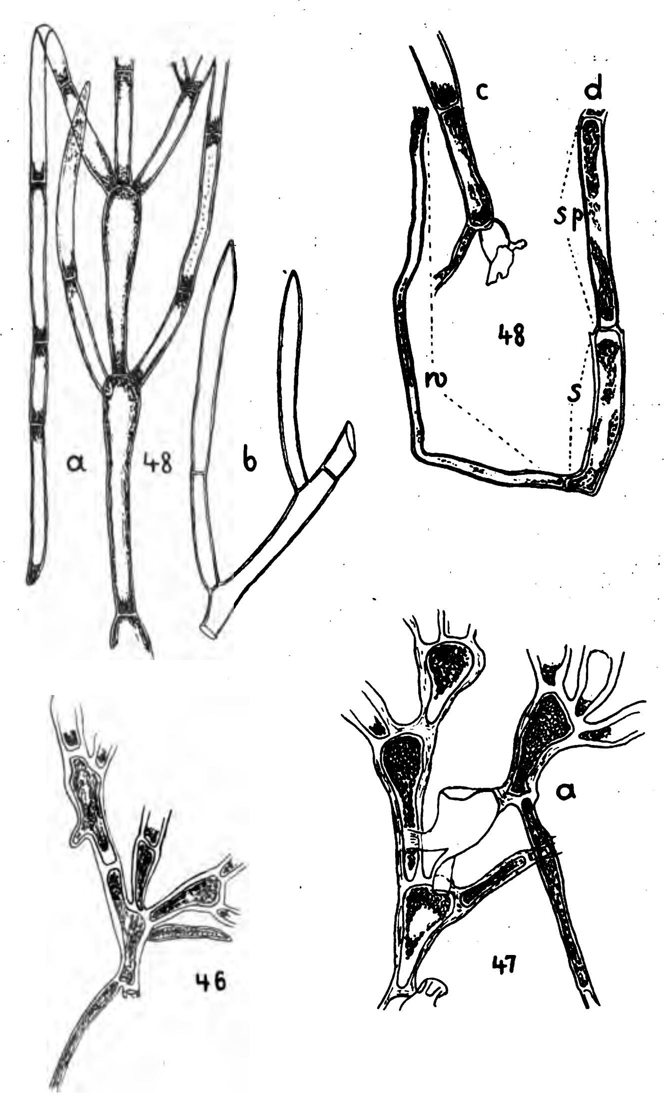


Fig. 46—48. 46 *Aegagropila Linnaei*, unterer Teil eines Individuums. 47 *Aegagrophila Martensii*, unterer Teil eines Individuums. Der Zweig a durch die Auflösung der untersten Zelle sich loslösend. 48 *Aegagrophila holsatica*, a, b Teile eines Individuums, c *f. adnata*, Basalteil eines größeren senkrecht orientierten Individuums durch Individualisierung eines Zweiges entstanden. d Ein in Entwicklung begriffenes

A. Ballen bis 11 mm groß. Einzelpflanze bis 5 mm hoch. Subterminale Insertionen häufig. Stammzellen bis 97 μ dick. **Ae. Linnaei** 1.

B. Ballen bis 1,5 cm groß. Einzelpflanze bis 1 cm groß. Insertionen nur selten auffallend subterminal. Stammzellen bis 140 μ dick. **Ae. Martensii** 2.

C. Ballen bis 2,5 cm groß. Subterminale Insertionen in der oberen Hälfte, aber wenig ausgesprochen. Stammzellen bis 90 μ dick. **Ae. holsatica** 3.

2. Stammzellen nach oben zu nur wenig verdickt, mit zähen Membranen, so daß sie bis zu ihrer vollständigen Auflösung ziemlich fest zusammenhängen.

A. Ballen und Rasen. Pflanzen bis 8 mm hoch. **Ae. armeniaca** 4.

B. Ballen bis kopfgroß, auch Watten, Polster und Rasen. **Ae. Sauteri** 5.

II. Zellen und Äste horn- oder geweihförmig. Dislozierende Evektion. Sect. **Cornuta** (S. 59). **Ae. cornuta** 7.

Sect. **Euaegagropila** Brand.

Entweder in Ballen oder Watten freischwimmend oder rasigpolsterförmig angeheftet (durch akzessorische Rhizoide oder Cirrhoide). Verzweigung der orthotropen Stämme deutlich racemös, jene der niederliegenden oft pseudosympodial, Zellen und Äste gerade oder in unregelmäßiger Weise etwas verbogen; Evektion verlangsamt; Vermehrung durch regelmäßiges Freiwerden der Hauptäste, sowie durch Regeneration beliebiger zufällig entstandener Bruchstücke; ferner durch Stolonide.

1. **Aegagropila Linnaei** Kützing (= *Cladophora Linnaei* Kützing. — Fig. 46). — Ballen bis 12 mm groß, ziemlich dicht. Pflanze bis 5 mm hoch. Ausgesprochen subterminale Insertionen häufig, Septa oft provekt. Stammzellen häufig bauchigbecherförmig bis kurz birnförmig und dann bis 90 (97) μ verdickt.
   Die Art hat durchschnittlich die kürzesten und relativ am meisten aufgetriebenen Zellen. — In Seen Norddeutschlands und Kärnthens, ferner in Dänemark und Schweden.

2. **Aegagropila Martensii** Kützing (= *Cladophora Martensii* Meneghini. Fig. 47, 49). — Ballen bis 1,5 cm groß, öfters zu kleinen Watten verhängt, ziemlich locker. Pflanze bis 1 cm groß. Insertionen nur selten auffallend subterminal. Stammzellen oft becher- oder birnförmig und dann bis 120 (140) μ verdickt. Terminalzellen bisweilen stumpf dornartig zugespitzt. — Lago maggiore, 6—8 m tief, bei der Insel San Pancrazio, gegenüber Brisago, von den Fischern motolina genannt, ferner in mehreren schwedischen Seen und auf den Faröer.

Individuum aus dem unteren Abschnitte eines Rasens, s alte Zelle, w ein langer unverzweigter wurzelartiger Trieb (neutraler Sproß), sp ein ebenfalls langer und unverzwetgter Trieb (neuraler Sproß), unterhalb sproßähnlich, oberhalb wurzelartig entwickelt. 46 $^{62}/_1$, 47 $^{62}/_1$, 48 c, d $^{62}/_1$ nach Rjellman, 48 a, b $^{50}/_1$, nach Kützing.

3. **Aegagropila holsatica** Kützing (= *Cladophora holsatica* Sprée, *Cladophora Froelichiana* Kützing, *Aegagropila Froelichiana* Kützing. — Fig. 48). — Ballen bis 2,5 cm groß[1]), dicht, auch Rasen. Pflanzen bis wenig über 1 cm groß. Subterminale Insertionen kommen bis zur Mitte der Pflanze herab vor, sind aber wenig ausgesprochen. Stammzellen öfters rübenförmig oder schlank becherförmig bis zu 90 μ verdickt (selten bis 150 μ). Die Stammzellen haben eine etwas zähere Membran als die der vorhergehenden Arten. In dieser Hinsicht bildet die Art ein Bindeglied zwischen ihnen und den im folgenden besprochenen. — Seen in Schleswig-Holstein, Brandenburg, Dänemark und Schweden.

Fig. 49. *Aegagropila Martensii*: a Stammstück aus einem Ballen. Bei u, u, ur Umkehr der Polarität. Der Ast ur gibt zuerst einen rein vegetativen Zweig ab und transformiert sich dann durch Kdntakt mit einem in den Ballen einem in den Ballen eingeschlossenen organischen Rest in ein starkes Rhizoid. b Schlanke Form. Regenerierte Pflanze mit zweifacher Polaritätsumkehr u, u und einem terminalen (n), sowie einem basalen (eine abgestorbene Zelle durchwachsenden) neutralen Sproß nd. c $^{10}/_{1}$ nach Brand.

*4. **Aegagropila armeniaca** (Brand) Heering (= *Aegagropila muscoides* Menegh. var. *armeniaca* Wittrock, *Cladophora armeniaca* Brand). — Ballen und Rasen. Pflanze bis 8 mm hoch. Insertionen meist regelmäßig. Alte Stammzellen nur bisweilen schlank, becherförmig, dann bis 85 μ verdickt. Ver-

1) Selten nur von der Größe wie bei *Aegagropila Martensii*.

zweigung ziemlich sparrig, Äste und Zellen oft unregelmäßig wellig verbogen, Zellhäute durchschnittlich dünner als bei den anderen Arten. — Bei Tiflis im See Tabisschuri in 10 m Tiefe.

5. **Aegagropila Sauteri** (Nees) Kützing (= *Cladophora Sauteri* (Nees) Kütz., *Cl. Sauteri* var. *Daldinii* Ces. et Not., *Conferva coactilis* Sauter in lit., *C. Sauteri* Nees, *C. Smithii* Engl. Bot. — Fig. 50, 51). —

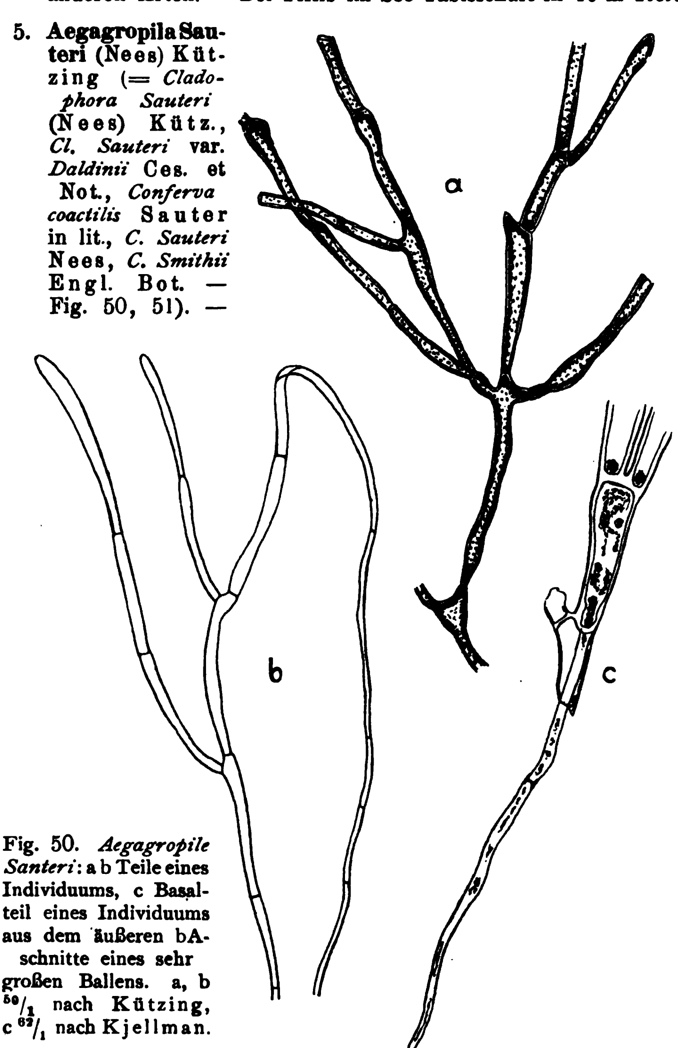


Fig. 50. *Aegagropile Santeri*: a b Teile eines Individuums, c Basalteil eines Individuums aus dem äußeren bA-schnitte eines sehr großen Ballens. a, b $^{50}/_1$ nach Kützing, c $^{62}/_1$ nach Kjellman.

Ballen bis kopfgroß, sehr dicht, auch Watten, Polster und Rasen. Pflanzen bis 3 cm hoch. Subterminale Insertionen häufig und ausgesprochen. Stammzellen nur selten und wenig bis 68 (85 μ) verdickt. Verzweigung oft reiserbesenförmig.

Die Art bildet die größten Ballen und hat die längsten Einzelpflanzen. Kleinere Ballen wurden früher als var. *Daldinii* bezeichnet, unterscheiden sich aber nur durch die Dimension.

Die verbreitetste Form ist forma *profunda* (Brand) Heering (= *Cl. Sauteri* f. *profunda* Brand), die in Watten und

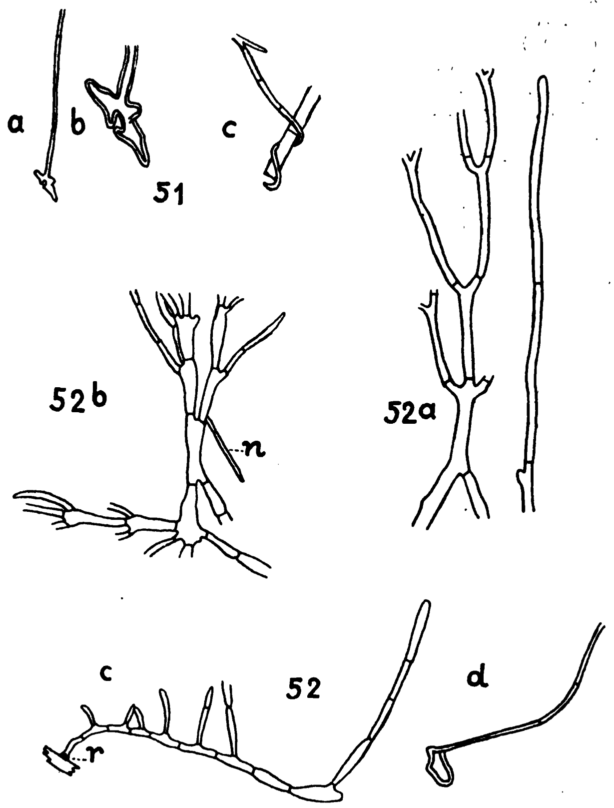


Fig. 51, 52. 51 *Aegagropila Sauteri* var. *Borgeana*: a, b Stolonid, c Cirroid. 52 *Aegagropila profunda:* a Schlanke Form mit Ansatz eines rückläufigen Astes. b Mittelstück einer bipolaren Pflanze, die die erste Anlage eines allseitig radiären Ballens darstellt, n neutraler Sproß, c an einem Pfahl angehefteter und niederliegender Ast mit pseudosympodialer Verzweigung. Zeigt die Entstehung der Rasen, r Rhizoid, d Cirroid, war fest um einen benachbarten Stamm geschlungen und ist durch Präparation gelöst. 51 a, b $^{60}/_{1}$, c $^{20}/_{1}$, 52 b, c, d $^{20}/_{1}$, nach Brand.

unregelmäßigen Formen den Seeboden in mehreren Metern Tiefe bewohnt. Häufiger beobachtet ist die schwimmende Ballenform. — Zeller See im Pinzgau (f. *profunda*) in 8—10 m

Tiefe. Ballen entstanden hier früher an einer seichteren Stelle, die jetzt ausgefüllt ist. See von Piné in Tirol, Seen bei Mariazell in Steiermark, Almsee in Oberöstereich (hier fraglich), Lago maggiore, Brandenburg: Stienitz-See, ferner in England, Dänemark, Schweden, Rußland.

var. *Borgeana* (Brand) Nordstedt (= *Cladophora Sauteri* var. *Borgeana* Brand). — An steil abfallenden Felswänden des Seebeckens in weit ausgebreiteten, wattenartig verdickten Rasen angeheftet. Zellen der aufstrebenden Stämme vorwiegend zylindrisch, jene der an den Spitzen angehefteten und niederliegenden oft merklich verdickt. Fäden letzterer Art schmiegen sich bisweilen der Unterlage sohlenartig an. Aggregate etwas lockerer als jene der Hauptform, Fäden im allgemeinen schlaffer und Membranen dünner. — Kleiner See westlich von Nabbo, Upland in Schweden, ca. 1 Fuß unter Wasser.

6. **Aegagropila profunda** (Brand) Nordstedt[1]) (= *Cladophora profunda* Brand. — Fig. 52). — Sammelart. — Pflanzen von allgemeinem Charakter der Sektion, bis 2 cm groß, zu lockeren Büschchen oder mehr oder weniger radiär gebauten Flocken vereinigt, in losen filzartigen Massen den Seegrund in Tiefen von 3—24 m bedeckend. Dichte Polster und Ballen nicht bekannt. Sekundäre Anheftungen nur ausnahmsweise und selten. Vorgerückte Scheidewände sehr häufig, ebenso subterminaler Zweigursprung. — Wahrscheinlich in zahlreichen Seen verbreitet, nachgewiesen in Norddeutschland, Oberbayern und wahrscheinlich auch in der Schweiz.

Zweifelhafte Art von *Euaegagropila*.

**Aegagropila canescens* Kjellman (Fig. 53). — Aggregate scheiben- oder kuchenförmig, etwa 5 mm dick, Dicke fast überall gleich, Durchmesser etwa 7 cm, unregelmäßig abgerundet oder unregelmäßig viereckig und mit ganzem oder in einige wenige dicke Vorsprünge ausgehendem Rande, seltener scheibenförmig mit polsterförmiger Verdickung, noch seltener ganz polsterförmig bis 8 mm dick.

Die dunkle, fast schwarzgrüne Farbe läßt die farblosen Sproßgipfel sehr stark hervortreten, wodurch besonders die Oberseite der Aggregate sehr deutlich graugesprenkelt erscheinen. Die größeren Stammzellen sind 120—160 μ dick.

Nach Kjellman steht diese Art der *Aegagropila holsatica* nahe. Die Aggregate sind aber schärfer begrenzt, dichter und von größerer Dicke. Die Individuen sind kräftiger. Wahrscheinlich handelt es sich um eine pathologisch veränderte Euaegagropila. Die farblosen Sproßgipfel sind auf zu starke Insolation zurückzuführen. — Schweden.

Sect. **Cornuta** Brand.

In lockeren Ballen oder kleineren Watten frei oder durch die Verzweigung mit anderen Algen verhängt. Haftorgane fehlen voll-

1) Die var. *Nordstedtiana* (Brand) Nordstedt läßt sich schwerlich unterscheiden.

ständig. Verzweigung racemös aber infolge dislozierender Evektion meist schraubelähnlich. Zellen und Äste horn- und geweihförmig. Vermehrung nur durch Weiterentwicklung frei gewordener Äste und Regeneration von Bruchstücken. Neutrale Sprosse und Stolonide fehlen.

7. **Aegagropila cornuta** (Brand) Heering (= *Cladophora cornuta* Brand, Fig. 54). — Ballen bis 4 mm groß, sehr locker, auch

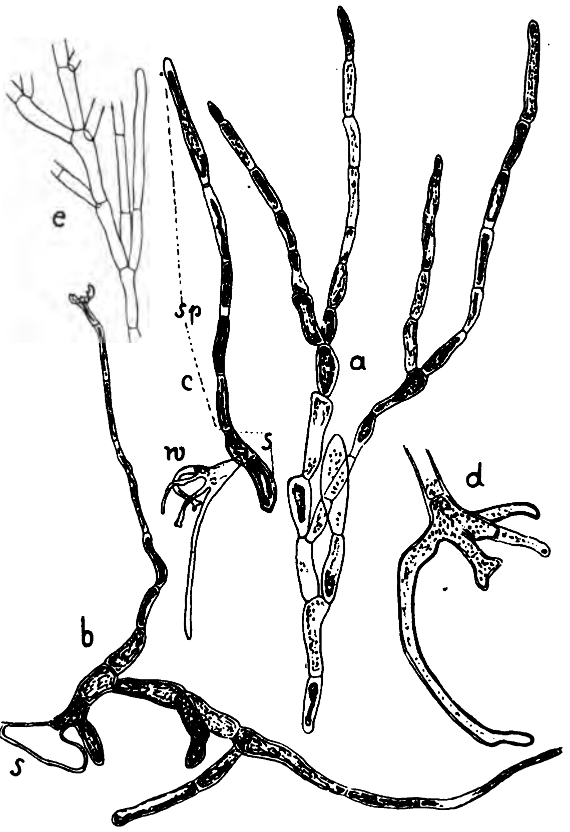
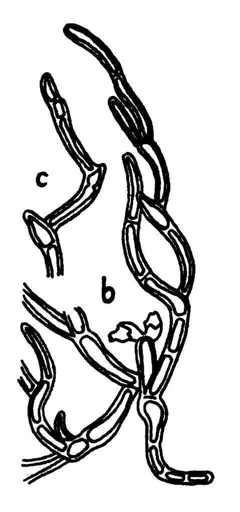


Fig. 53. *Aegagropila canescens:* a Ein ziemlich großes aus dem unteren Abschnitt eines scheibenförmigen Ballens stammendes, wagerecht orientiertes Individuum, bedeutende Verschiedenheit in der Form der Zellen zeigend. b Kleines Individuum von derselben Lage und Richtung, die Mutterzelle, abgestorben, mit zwei längeren Trieben, die oberhalb rhizoidähnlich entwickelt sind. c Individuum aus zwei älteren Zellen (s) bestehend, aus denen ein handförmig verzweigtes Rhizoid (w) und ein junger Trieb (sp) entsteht. d Ein zu einem Haftorgan umgeformtes Zweigende. e Oberer Teil eines reich verzweigten Sprosses (a, b, c, e $^{32}/_{1}$, d $^{62}/_{1}$, nach Kjellman).

kleine Watten. Pflanzen bis 3 mm groß. Zellen bis 3 mm groß. Zellen bis 75 μ dick. Terminalzellen meist stumpf zugespitzt. Die fehlenden Haftorgane sind durch Krümmung der Glieder und Äste ersetzt, so daß sich die Pflanze ziemlich fest verhängen kann. — Würmsee bei München in 10—12 m Tiefe, nur in Gesellschaft von *Aegagropila profunda.*



Pithophora Wittrock.

Thallus fadenförmig, verzweigt. Ein typisch primär-basales Rhizoid fehlt. Gewöhnliche vegetative Zweige mit subterminalem Ursprung. Außerdem invertiert entspringende Zweige (rhizoidale Äste nach Wittrock). Zellen zylindrisch oder angeschwollen mit vielen Zellkernen, netzförmigem Chromatophor und vielen Pyrenoiden. Die Zweige letzter Ordnung, die nicht durch Querwände abgegliedert sind, sind vielfach in Helikoide umgewandelt. Sie enthalten immer reichlich Chlorophyll, sind nicht klebrig und dringen nicht in die Unterlage, ein sondern umfassen Fremdkörper wie die Finger einer Hand. Mitunter können die Helikoide auch rhizoidähnlich enden. Vermehrung durch Akineten, die durch Teilung einer vegetativen Zelle entstanden sind. Die Akineten sind terminal oder interkalar. Bei der Zellteilung bildet die obere Hälfte die Akinete, die untere wird gewöhnlich inhaltsärmer. Bei der Keimung entwickelt die Akinete einen kurzen rhizoidähnlichen Trieb und den eigentlichen Zellfaden. Zoosporen oder Gameten fehlen.

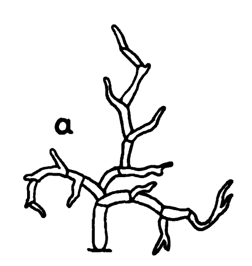


Fig. 54. *Aegagropila cornuta:* a Ganze Pflanze, b Bruchstück, aus dem die Tendenz zu radiärem Wachstum ersichtlich ist, c Spitzenstück mit verfrühter Scheidenbildung. (b, c $^{40}/_{1}$ alle nach Brand).

Die Arten sind in den Tropen heimisch. Wo sie im Gebiete beobachtet sind, sind sie wahrscheinlich eingeschleppt. Süßwasserbewohner, nur selten in Brackwasser.

Bestimmungsschlüssel der Arten[1]).

Hauptfaden mit Zweigen 1.—3. Ordnung. Interkalare Akineten 96—167 μ dick. **P. oedogonia var. polyspora 1.**

Hauptfaden mit Zweigen 1. Ordnung, selten auch 2. Ordnung. Interkalare Akineten 81 μ dick. **P. kewensis 2.**

1) Eine dritte nicht bestimmte Art wurde im Botanischen Garten in Dresden

*1. **Pithophora oedogonia** (Mont.) Wittrock (= *Conferva oedogonia* Montagne, *Cladophora oedogonia* Montagne). — Hauptfaden bei akinetentragenden Exemplaren ca. 70 μ dick, mit einzelnen oder gegenständigen Zweigen 1.—3. Grades. Unter den Akineten entspringende Zweige ziemlich häufig. Akineten gewöhnlich einzeln, aber nicht selten paarweise, zum Teil interkalar, zum Teil terminal. Die interkalaren Akineten tonnenförmig, durchschnittlich 114 μ dick, 230 μ lang. Die endständigen Akineten tonnenförmig mit einem kegelförmigen oberen Ende und einem etwas abgerundeten Gipfel, durchschnittlich 95 μ dick, 214 μ lang. Südamerika.

var. *polyspora* Rendle et West fil. (Fig. 55). — Akineten selten einzeln, oft paarweise und nicht selten 3—7 zusammen. Die tonnenförmigen terminalen Akineten sind durchschnittlich 150 μ dick, 255 μ lang. Mitunter sind die terminalen Akineten deutlich zylindrisch und dann nur 67—91 μ dick. Die interkalaren Akineten sind 96—167 μ dick, 147 300 μ lang, von sehr mannigfaltiger Gestalt. — Großbritannien an *Najas graminea*, die vermutlich aus Ägypten mit Baumwolle eingeschleppt ist.

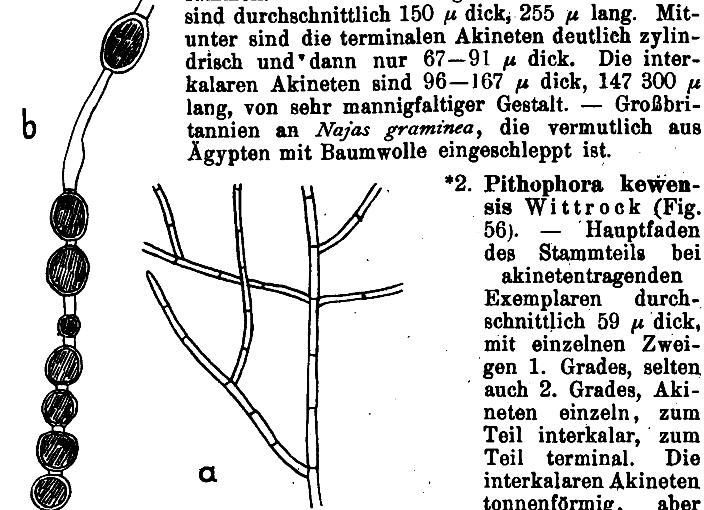


Fig. 55. *Pithophora Oedogonia* var. *polyspora:* a Vegetative Verzweigung, b Akineten. a $^{48}/_{1}$, nach G. S. West, b $^{87}/_{1}$ nach Rendle und West.

*2. **Pithophora kewensis** Wittrock (Fig. 56). — Hauptfaden des Stammteils bei akinetentragenden Exemplaren durchschnittlich 59 μ dick, mit einzelnen Zweigen 1. Grades, selten auch 2. Grades, Akineten einzeln, zum Teil interkalar, zum Teil terminal. Die interkalaren Akineten tonnenförmig, aber stärker verlängert, durchschnittlich 81 μ dick, 205 μ lang. Die terminalen Akineten tonnenförmig mit einem kegelförmigen oberen Ende und etwas abgerundetem Gipfel, durchschnittlich 88 μ dick, 219 μ lang. — Großbritannien in Kew in einem Aquarium mit tropischen Pflanzen, 1899 bereits längst verschwunden.

Sphaeropleaceae.

Thallus ein unverzweigter freischwimmender Zellfaden. Zellen zylindrisch, vielkernig. Der protoplasmatische Wandbelag ist in

---

beobachtet. Bestimmbar sind nur Arten mit Akineten. Sterile Exemplare können mit *Cladophora* verwechselt werden.

bestimmten Abständen zu Ringen verdickt, die mit einer Schneide nach innen vordringen. Mitunter setzt sich die Schneide in eine dünne Protoplasmaquerwand fort, welche die mit den Ringen abwechselnden Vakuolen trennt, allerdings nur selten ganz durch-

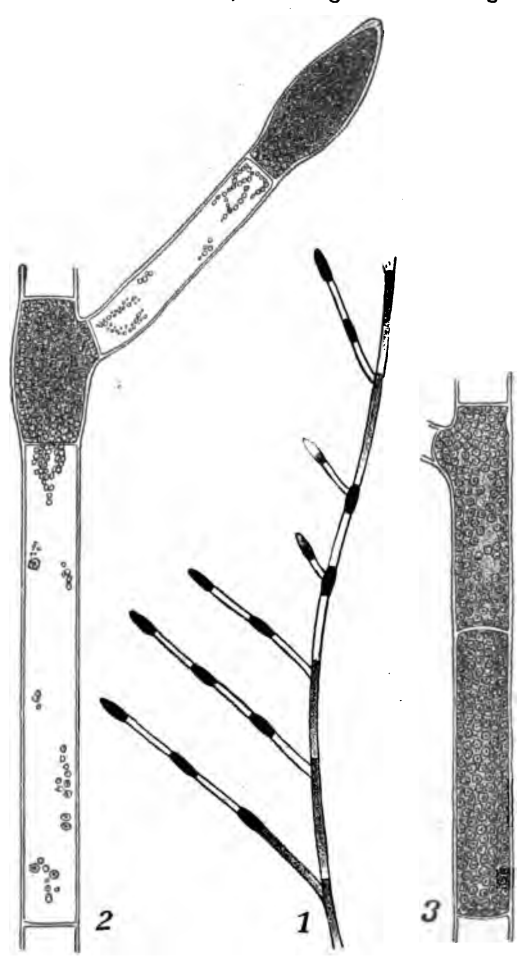


Fig. 56. *Pithophora kewensis:* 1 Sproßstück mit Akineten. 2 Akineten stärker vergrößert. 3 Wenig ausgeprägte Akineten. (Nach Wittrock aus Oltmanns).

geht. In den Ringen liegen die Chromatophoren in Gestalt eines breiten Bandes. Derselbe ist aber nicht einheitlich, sondern am Rande sicher und vielleicht auch in der Mitte aus verschieden großen, unregelmäßig geformten Teilen zusammengesetzt, so daß es

gitterförmig durchbrochen erscheint. Nicht selten sind die benachbarten Bänder durch Reihen kleiner Chromatophoren oder durch breitere gitterartige Streifen miteinander verbunden. In jedem Ringe findet man ferner, meist im mittleren Teile und wahrscheinlich von größeren Chromatophoren eingeschlossen mehrere Pyrenoide und außerdem, den Chromatophoren anliegend oder in den Lücken zwischen denselben die Zellkerne. Geschlechtliche Fortpflanzung durch Eibefruchtung. Eie Spermatozoiden werden in Antheridien gebildet. Diese entstehen aus vegetativen Zellen, die in ihrer Gestalt und Größe nicht geändert werden. Ihre Entstehung wird eingeleitet durch wiederholte Kernteilungen in den Ringen. Bei den letzten Teilungen verschwinden die Pyrenoide. Die Chromatophoren teilen sich und ihre Farbe geht ins Rötlich-Gelb oder Blaß-Gelbbraune über. Die Ringe behalten bis zuletzt ihre Form im wesentlichen bei. Dann zerfallen sie in Spermatozoiden, wobei jeder Kern einem Spermatozoid den Ursprung gibt. Die Spermatozoiden sind lang keulenförmig oder spindelförmig, zweiwimperig. Sie werden durch zahlreiche Öffnungen der Zellwand frei. Die Oogonien gehen ebenfalls aus vegetativen Zellen hervor, die sich in Größe und Form nicht verändern. Bei ihrer Bildung verschwindet die Ringstruktur des Protoplasmas und der Zellinhalt teilt sich in verschiedene Portionen, die sich zu ein- bis mehrkernigen Eizellen abrunden. Durch zahlreiche Öffnungen dringen die Spermatozoiden in das Oogonium ein und vollziehen die Befruchtung. Die Oospore ist mit einer dreifachen Membran umgeben, die farblos ist, während der Inhalt der Oospore leuchtendrot wird. Auf der Außenseite der Membran entstehen kamm- und leistenförmige Vorsprünge. Bei der Keimung bringt jede Oospore 1—8 zweiwimperige Zoosporen hervor, die sich verlängern und einen Zellfaden bilden. Bei Nichteintreten der Befruchtung können die Eizellen zu Parthenosporen werden, die ebenfalls keimen.

Vegetative Vermehrung durch Zerfall der Fäden.

Die Familie kommt nur im Süßwasser vor und nimmt eine isolierte Stellung ein[1]).

Einzige Gattung

Sphaeroplea Agardh.

Mit den Merkmalen der Familie.

Einzige Art:

Sphaeroplea annulina (Roth) Agardh (= *Conferva annulina* Roth). — Zellen 27—72 μ dick, 8—20 mal so lang. Chromatophoren in 20—30 Gürtelbändern. — Die Alge scheint besonders in flachem Wasser in leicht austrocknenden Tümpeln vorzukommen. Sie ist auch mehrfach in Bassins botanischer Gärten beobachtet worden. Ihr Auftreten scheint von besonderen Bedingungen abhängig zu sein, da sie sich an einem Standorte oft massenhaft vorfindet, um dann wieder völlig zu verschwinden. So fand sie sich im Hamburger Botanischen Garten in einem Warmwasserbassin in großer Menge, fehlte dann im nächsten Jahre völlig, um in dem darauffolgenden Jahre wieder auf-

1) Mit den Cladophoraceen sind sie nicht näher verwandt.

zutreten. Nach Abbruch dieses Bassins erschien sie in einem in der Nachbarschaft neuangelegten heizbaren Bassin unter freiem Himmel bereits im ersten Jahr der Anlage.

Die beiden genauer bekannten Formen der Alge sind nach den Untersuchungen von Klebahn wohl als besondere Arten anzusehen. Da diese Untersuchungen sich aber nur mit zwei Aufsammlungen beschäftigen, ist hier vorläufig noch der alte Name beibehalten worden.

Sphaeroplea (annulina) Braunii Kützing. — Zellen 42—65 μ dick, 250—1400 m lang. Querwände dünn. In jedem Chromatophorring 3—10, durchschnittlich 6 Pyrenoide und 3—20, durchschnittlich 12 Zellkerne. Diese sind klein, 3,5—4,5 : 2—3 μ im Durchmesser. Bei der Antheridienbildung verringert sich die Größe der Kerne infolge der Teilung bis zu 1 μ. Zuletzt beträgt die Kernzahl 300 und mehr. Der Durchmesser der ausgebildeten Eizellen beträgt 11—20, meist 15—17 μ, ohne die später entstehende Membran, mit letzterer 18—26 μ. In einem Fadenquerschnitt liegen 2, 3, nicht selten 4 Eier nebeneinander. Kerne und Pyrenoide werden ohne sichtbare Veränderungen und in unveränderter Zahl in die Eizellen übernommen. Die Zahl der Zellkerne und Pyrenoide in jeder Eizelle ist unregelmäßig. Im Mittel beträgt die Zahl der Kerne in einem Ei 2—3, die der Pyrenoide 2. Abnormitäten sind nicht selten. Am auffälligsten sind Rieseneier von 78 : 44 μ Größe. Ferner finden sich Eizellen ohne Pyrenoide oder sogar ohne Eikern. — Wien, bei Gumpoldskirchen.

Sphaeroplea (annulina) crassisepta Klebahn (= *Sph. annulina* Ag. var. *crassisepta* Heinricher). — Zellen 27—35 μ dick, 500—1200 μ lang. Die Querwände zeigen Verdickungen bzw. Einlagerungen und unregelmäßige Wucherungen. In jedem Ring finden sich nur 2—8, meistens 4—5 Pyrenoide und nur 1—4, meistens zwei Zellkerne. Sehr charakteristisch sind die zarten Längsreihen winziger Chromatophoren, die die größeren Ansammlungen derselben in den Ringen verbinden. Die Größe der Zellkerne beträgt 3—4 : 2,5—3 μ. Bei der Bildung der Spermatozoiden entstehen etwa 32—64 Kerne in jedem Ring.

Bei der Bildung der Eizellen zerfällt das Protoplasma in kurzzylindrische Abschnitte. Jeder Abschnitt enthält einen Zellkern. Die ausgebildeten Eizellen haben ohne die später gebildete Membran einen Durchmesser von 9—15, meist etwa 12 μ, mit derselben einen solchen von 11—19 μ. Sie liegen einzeln oder zu zwei in einem Oogoniumquerschnitt. Sie enthalten fast ausnahmslos nur einen Zellkern und 1—4 durchschnittich zwei Pyrenoide. Abnormitäten kommen vor. — Auersperg-Brunnen in Graz.

Ungenügend beschriebene und zu streichende Arten der Süßwasser-*Siphonocladiales*.

Cladophora canalicularis Kützing (= *Conferva canalicularis* Roth): Unter diesem Namen sind zumeist wohl Formen von *Cl. glomerata* zusammengefaßt worden, die sich durch besonders häufige basale Zweigverwachsungen auszeichnen. Doch sind auch

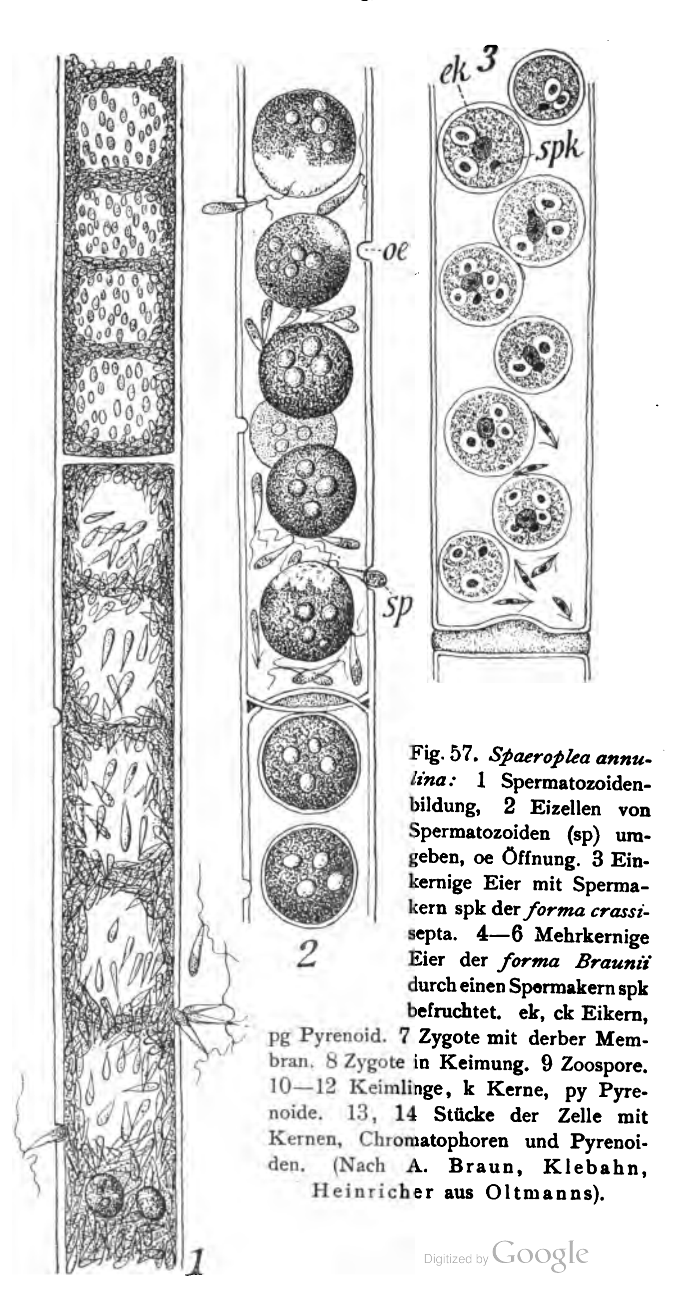


Fig. 57. *Spaeroplea annulina:* 1 Spermatozoidenbildung, 2 Eizellen von Spermatozoiden (sp) umgeben, oe Öffnung. 3 Einkernige Eier mit Spermakern spk der *forma crassisepta.* 4—6 Mehrkernige Eier der *forma Braunii* durch einen Spermakern spk befruchtet. ek, ck Eikern, pg Pyrenoid. 7 Zygote mit derber Membran. 8 Zygote in Keimung. 9 Zoospore. 10—12 Keimlinge, k Kerne, py Pyrenoide. 13, 14 Stücke der Zelle mit Kernen, Chromatophoren und Pyrenoiden. (Nach A. Braun, Klebahn, Heinricher aus Oltmanns).

Exemplare anderer Arten, die zufällig ebenfalls dieses Merkmal zeigen, hierher gerechnet worden.

Cladophora clavigera Kützing (= *Conferva dilatata* Roth *β. clavata* Roth): s. S. 45.

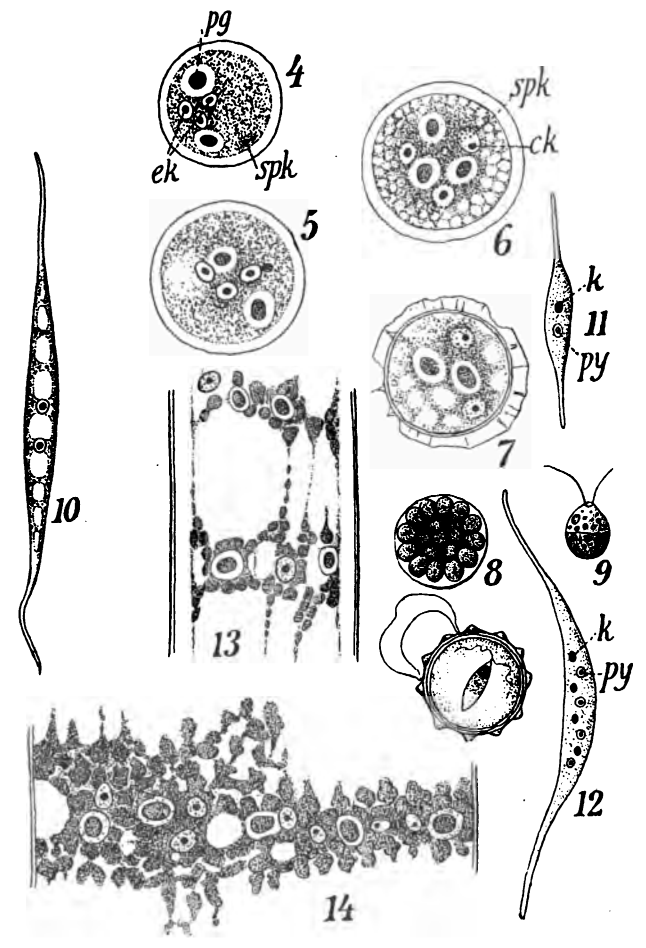


Fig. 57a.

Cladophora compacta A. Braun: zu den *Chaetophoraceae*?

Cladophora Girandii Len.: keine *Cladophora*.

Cladophora Kjellmaniana Wittr.: auf Spitzbergen ohne Beschreibung.

Cladophora muscoides Menegh.: unvollkommen beschrieben und abgebildet und daher zu streichen. Die von Hansgirg unter diesem Namen beschriebene und abgebildete Alge gehört zu Euaegagropila. Die Art ist aber nicht festzustellen.

Cladophora nana Wittrock: auf Spitzbergen, ohne Beschreibung.

Conferva rigida Reinsch: vielleicht eine *Chaetomorpha*.

Conferva salina Rabenhorst (= *Psichohormium salinum* Kütz.): wahrscheinlich *Rhizoclonium riparium*.

Sphaeroplea Leibleinii Kützing (= *Sph. annulina* Ag. var. *Leibleinii* Kirchner): vielleicht mit *Sph. crassisepta* identisch.

Sphaeroplea Soleirolii Montagne: vielleicht identisch mit *Sph. Braunii* Kütz.

Sphaeroplea Trevirani Kützing (= *Sph. annulina* Ag. var. *Trevirani* Kirchner): vielleicht mit *Sph. crassisepta* Klebahn identisch.

Siphonales.

Von

W. Heering (Hamburg).

(Mit 37 Abbildungen im Text.)

Grüne Algen mit schlauchförmigen, vielkernigem Thallus ohne ausgesprochene Querwandbildung im normalen vegetativen Zustand.

Allgemeiner Teil.

Zu dieser Ordnung zählen hauptsächlich marine Familien (*Codiaceae*, *Bryopsidaceae*, *Derbesiaceae*, *Caulerpaceae*), von denen die besonders im Süßwasser vertretene Familie der *Vaucheriaceae* außer durch andere Merkmale durch die charakteristische Eibefruchtung verschieden ist[1]). Von mehreren Autoren ist daher diese Familie auch als Repräsentant einer besonderen Ordnung angesehen worden, die als Ordnung *Vaucheriales* bezeichnet wird. Jedenfalls können in dieser Süßwasserflora die übrigen Familien auch bei der Besprechung der allgemeinen Verhältnisse unberücksichtigt bleiben, die deshalb bei der Familie *Vaucheriaceae* eingehender behandelt werden.

Vaucheriaceae[2]).

Thallus schlauchförmig, durch Spitzenwachstum eine Länge von mehreren Dezimetern erreichend, gewöhnlich ohne Querwände, also einzellig, meist sparsam verzweigt, mitunter scheinbar dichotomisch, bei einer Gattung echt dichotomisch, in fließendem Wasser mit Rhizoiden festsitzend, in stehendem Wasser oft treibend, auf feuchter Erde dünne Überzüge bildend. Zellwand im Verhältnis zum Fadendurchmesser dünn. Zellinhalt ein dichter Protoplasmaschlauch mit zahlreichen kleinen Kernen, kleinen scheibenförmigen Chromatophoren, mit Öl oder Stärke, gelegentlich auch mit Kristallen. Vegetative Vermehrung durch Regeneration abgerissener Faden-

---

1) Von manchen Autoren wird hier wegen des schlauchartigen Thallus auch die Familie der *Phyllosiphonaceae* angeschlossen Im Gebiet ist sie noch nicht beobachtet, da die einzige europäische Art *Phyllosiphon Arisari* Kühn zwischen den Blattparenchymzellen von *Arisarum vulgare* in Südeuropa lebt. Die Fäden sind 23—35 μ dick, während der Bildung der Aplanosporen wächst der Durchmesser auf 60 μ. Die Verzweigung ist unregelmäßig oder dichotomisch. Aplanosporen entstehen in großer Anzahl. Sie sind eiförmig, ungefähr 5 μ lang, 2,5 μ breit. Sie werden durch Aufreißen der Zellwand frei. Ihre Entwicklung ist unbekannt.

2) Die Hierhergehörigkeit der Vaucheriaceae ist nicht sicher. Vielleicht gehört *Vaucheria* gar nicht zu den Chlorophyceen. Ich bezweifle auch die Angabe, daß bei den Synzoosporen Paare gleichlanger Geißeln vorhanden sind und halte zwei ungleiche Geißeln für nicht ausgeschlossen. (A. Pascher.)

stücke und austretender Plasmamassen, die durch Verletzungen des Schlauches freigeworden sind und durch Akineten, die durch Querwandbildung im Laufe des Fadens entstehen oder durch Abschnürung angeschwollener Fadenenden (Brutkeulen).

Ungeschlechtliche Fortpflanzung durch Zoosporen und Aplanosporen. Die Zoosporen entstehen in der Einzahl an den Zweigenden, nachdem diese sich durch Anlage einer Querwand zu einem Zoosporangium umgewandelt haben. Die Zoosporen sind mit zahlreicheu zu je zwei genäherten Cilien auf der ganzen Oberfläche oder am Vorderende bedeckt. Die Aplanosporen entstehen an kurzen Seitenzweigen und werden durch Platzen der Mutterzellmembran frei. Geschlechtliche Fortpflanzung durch Eibefruchtung. Oogonien und Antheridien sind Ausstülpungen des Thallus. Das Oogonium ist ursprünglich vielkernig. Durch Abwendung der Kerne wird der Inhalt des Oogoniums zur einkernigen Eizelle. In jedem Antheridium finden sich zahlreiche zweigeißelige Spermatozoiden. Nach der Befruchtung umgibt sich die Eizelle mit einer oder mehreren Membranen und wird zur Oospore. Diese fällt, oft mit der Oogonienmembran verbunden, ab und treibt einen oder mehrere Schläuche, die wieder imstande sind, Zoosporen oder Geschlechtsorgane hervorzubringen, oder keimt bereits am Faden aus.

Allgemeiner Teil.

Im normalen vegetativen Thallus fehlen Querwände gänzlich. Sie treten nur auf bei Abschnürung der ungeschlechtlichen Torfpflanzungszellen und der Geschlechtsorgane. Bei *Dichotomosiphon* finden sich ringförmige Wülste, die wohl als Andeutungen von Querwänden anzusehen sind. Außer den bei *Dichotomosiphon* zeigt der normale vegetative Thallus nie einen echt dichotomischen Aufbau. Nur in besonderen Zuständen können auch echte Dichotomien auftreten, so im Zustande der Akinetenbildung (Fig 58), ferner in den *Notommata*-Gallen (Fig. 66), deren Hörnchen als Zweige letzter Ordnung anzusehen sind, und in den Rhizoiden.

Die Rhizoiden sind chlorophyllarme Ausstülpungen des Thallus, die sich durch Kontaktreiz bilden. Sie finden sich besonders bei Arten des schnellfließenden Wassers. An diesen Standorten sind die Fäden oft zu dichten Polstern oder zu halmenkammähnlichen Büscheln vereinigt oder bilden lang flutende Büschel, während in stehendem Wasser die Fäden meist verflochtene Watten bilden.

Die Zellwände sind bei den erdbewohnenden Formen verhältnismäßig am dicksten. Bei den hydrophilen Arten bilden sich bei abnormer Trockenheit leicht allerlei ungewöhnliche Zellwandverdickungen aus. Gelegentlich sind die Fäden mit Kalk inkrustiert. Die Chromatophoren sind im Umriß elliptisch oder kreisförmig. Der Farbstoff soll ähnlich wie bei den *Heterokontae* zusammengesetzt, d. h. besonders reich an Xanthophyll sein.

Als sekundäres Assimilationsprodukt und Reservesubstanz findet sich bei *Vaucheria* ein fettes Öl. Die Angaben, daß bei *Vaucheria* auch Stärke auftritt, sind nicht bestätigt worden. Dagegen zeichnen sich *Dichotomosiphon* und *Vaucheriopsis* durch das Fehlen von Öl und das Auftreten von Stärke bzw. eines nichtölartigen Stoffes aus. Als akzessorischer Bestandteil sind Kristalle zu erwähnen, Sphaero-

kristalle und Oktaeder, die soweit bekannt, aus oxalsaurem Kalk bestehen.

Stücke des Schlauches wachsen leicht zu neuen Pflanzen aus, auch ausgetretene Protoplasmaklumpen, sobald noch ein Kern in ihnen enthalten ist. Spontanes Austreten von Protoplasmamassen

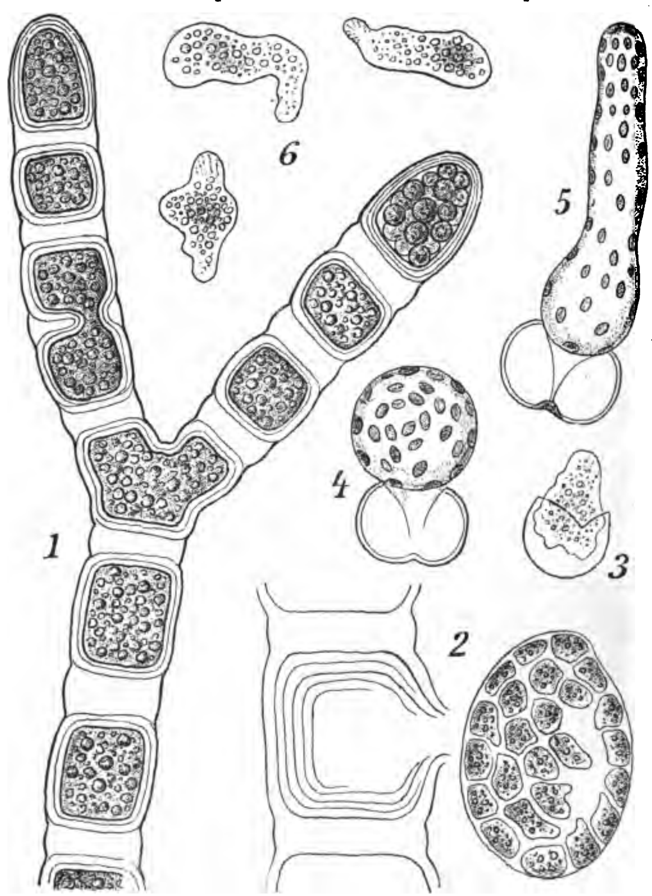


Fig. 58. *Vaucheria geminata:* 1 Faden mit dickwandigen Akineten 2 Akinete entleert. Der Inhalt hat amöboide Zellen gebildet. 3, 4, 5 Keimende Aplanosporen. 6 Amöboide Zellen. (Nach Stahl aus Oltmanns).

aus den Zweigspitzen nach Art eines amöboiden Schwärmers soll angeblich beobachtet sein, wahrscheinlich handelt es sich aber um einen pathologischen Vorgang.

Vegetative Vermehrung durch Akineten (Fig. 58) scheint selten vorzukommen. Am eingehendsten untersucht wurde dieser

Vorgang von Stahl bei einer von ihm als *Vaucheria geminata* bezeichneten Art, die er im Herbste auf Schlammboden beobachtete. Kützing bildet eine *Vaucheria*, die wohl mit der von Stahl untersuchten identisch ist, als *Gongrosira dichotoma* Kütz. ab. Die akinetenbildenden Fäden sind wiederholt dichotomisch verzweigt und gehen nach der Basis zu in normale *Vaucheria*-Fäden über. Der Zellinhalt hatte sich in isodiametrische Portionen gesondert, die sich mit dicken gallertigen Membranen umgeben hatten. Sie können entweder direkt zu einem neuen Schlauch auswachsen, oder der ganze Inhalt tritt aus, um bald zu keimen. Häufiger aber zerz fallen die Akineten in zahlreiche amöboide Zellen, die ihrerseits, nachdem sie Kugelgestalt angenommen und sich mit einer Membran umgeben haben, entweder sofort zu neuen Fäden auswachsen oder erst ein Ruhestadium durchmachen. Diese Ruhezellen können sich durch Teilung vermehren. Sie keimen, indem der Inhalt nach Sprengung der Membran heraustritt, sich mit einer neuen Haut umgibt und einen neuen Faden bildet.

Ähnliche Querwandbildungen sind auch sonst beobachtet worden, aber über die Entwicklung der dadurch entstandenen Akineten liegen keine weiteren Angaben vor.

An diese Akineten schließen sich die bei *Vaucheria megaspora* (Fig. 83) beobachteten an. Sie unterscheiden

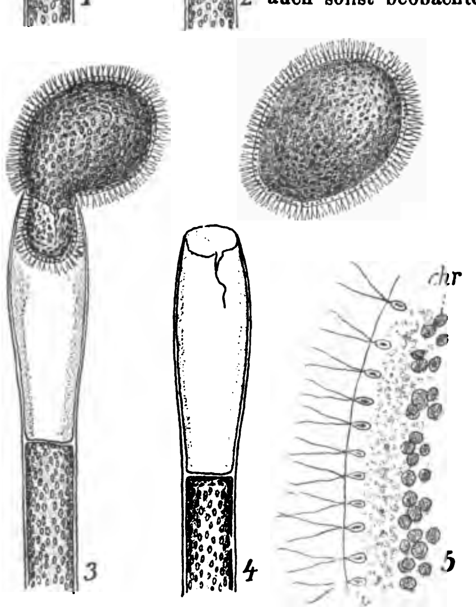


Fig. 59. *Vaucheria sessilis* f. *repens:* 1—4 Bildung und Entleerung der Zoosporen. 5 Stück aus dem peripheren Teile einer Zoospore. k Kerne, chr Chromatophoren. 1—4 nach Götz, 5 nach Strasburger aus Oltmanns.

sich dadurch, daß der Protoplast eines größeren Fadenabschnittes sich nach dem Ende des Fadens oder eines kurzen Seitenzweigs zusammenzieht, so daß dieser Fadenabschnitt sich gänzlich entleert und durch Querwände abgeschlossen wird. Das mit Protoplasma gefüllte Fadenende schwillt an und bildet einen ellipsoidischen Körper. Diese Akineten bilden sich bei Eintritt ungünstiger Lebensbedingungen, was auch für die oben beschriebenen anzunehmen ist. Diese Akineten werden durch Zerfall des Fadens frei, können aber auch am Faden auskeimen. Sonst ist über ihre Entwicklung nichts bekannt.

Bei *Dichotomosiphon* entstehen ähnliche Gebilde (Brutkeulen, Fig. 94), durch Anhäufung von Protoplasma in den Fadenenden, unter gleichzeitiger keulenförmiger Verdickung. Diese Brutkeulen wachsen stets unmittelbar zu einer neuen Pflanze aus.

Bei *Vaucheria Thuretii* sind Gebilde bekannt, die als Aplanosporen bezeichnet werden, vielleicht aber hierher zu rechnen sind. Es sind ovale Körper am Ende kurzer Zweige, welche unter rechten Winkeln aus den Hauptfäden entspringen. Die Zweige mit den Sporen fallen ab und die letzteren entweichen nach einiger Zeit aus dem abgebrochenen Zellende. Die Sporen sind bewegungslos und ohne Cilien.



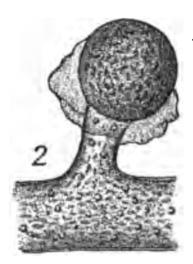


Fig. 60. *Vaucheria uncinata:* Aplanospore und deren Austritt aus dem Aplanosporangium (nach Goetz aus Oltmanns).

Ungeschlechtliche Fortpflanzung durch Zoosporen oder Aplanosporen ist nur bei *Vaucheria* bekannt. Es finden sich Übergänge zwischen typischen Zoosporen und Aplanosporen. Die Zoosporangienbildung (Fig. 59) wird durch eine starke Stoffeinwanderung in die Zweigspitzen eingeleitet, so daß diese ein dunkelgrünes Aussehen erhalten. Schließlich trennt sich die Zweigspitze, die entweder den gleichen Durchmesser behält oder keulig anschwillt, durch eine helle Querwand vom Thallus ab. Bald darauf gerät der Inhalt in Bewegung, der Gipfel des Zoosporangiums verschleimt und zerreißt, und durch die entstandene Lücke wird die Zoospore herausgepreßt. Die Oberfläche der Zoospore ist mit zahlreichen Cilienpaaren bedeckt (Fig. 595). Zu jedem Paar gehört ein Kern. Man faßt daher die Zoospore auch als Synzoospore auf, die aus zahlreichen zweiwimperigen Schwärmsporen verschmolzen ist. Während bei den bekanntesten Zoosporen (*(Vaucheria sessilis)* die Cilien die ganze Oberfläche bekleiden, gibt es auch Zoosporen, bei denen die Cilienbedeckung entweder ausschließlich auf das Vorderende beschränkt ist, oder bei denen am Hinterende außerdem noch einige Cilien zur Entwicklung kommen *(Vaucheria ornithocephala)*.

Wenn die Cilien ganz fehlen, ist die Spore als Aplanospore zu bezeichnen. Bei *Vaucheria piloboloides* ist die Entwicklung der

Aplanospore der Zoosporenentwicklung sehr ähnlich. Sie wird auch in ähnlicher Weise aus dem Aplanosporangium ausgestoßen. Bei den typischen Aplanosporen aber findet eine solche Ausstoßung überhaupt nicht mehr statt. Das Sporangium öffnet sich soweit, daß die Spore einfach herausfallen kann (Fig. 60). Diese Aplanosporen haben eine elliptische oder rundliche Form und entstehen in einem gleichgeformten, auf einem kurzen Seitenzweige sitzenden Sporangium. Die Zoosporen keimen gleich, nachdem sie zur Ruhe gelangt sind. Die Aplanosporen machen oft eine längere Ruheperiode durch.

Die Anordnung und der Bau der Antheridien und Oogonien wird im speziellen Teil eingehende Berücksichtigung finden. Wie weit sich die Entwicklungsgeschichte der Antheridien und Oogonien für eine Einteilung der Arten verwenden läßt, kann man nach dem derzeitigen Stand unserer Kenntnisse nicht sagen, da die Zahl der unter diesem Gesichtspunkt untersuchten Arten zu gering ist. Soweit bekannt, sind die Oogonanlagen vielkernig. Später wandern alle Kerne bis auf den Eikern in den Tragfaden zurück. Erst dann trennt sich das Oogonium durch eine Scheidewand ab. Ob das Zurückwandern der Kerne in dem Wanderplasma auf der ganzen Oogonfläche oder nur in einem Streifen geschieht, hängt wohl mehr davon ab, ob das Oogonium radial-symmetrisch gebaut ist oder nicht. Bei *Vaucheria dichotoma* ist ein allseitiges Zurückströmen nachgewiesen, für die annähernd ebenso orientierten Oogonien von Formen der *Vaucheria sessilis* usw. fehlen Untersuchungen.

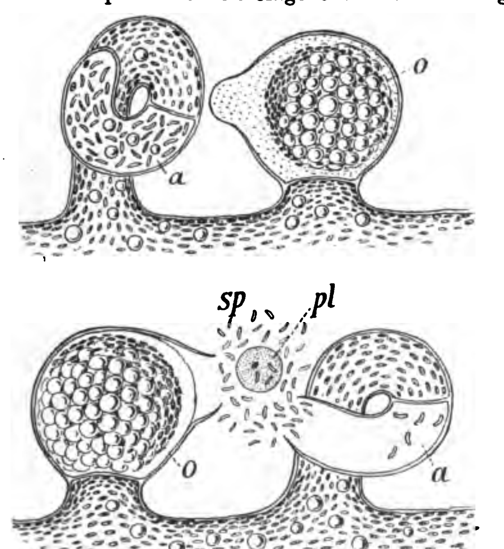


Fig. 61. *Vaucheria sessilis:* Oogonium und Antheridium vor und während der Befruchtung. a Antheridium, o Oogonium, sp Spermatozoiden, pl Plasmakugel.

Der Befruchtungsvorgang (Fig. 61) selbst scheint bei allen *Vaucheria*-Arten im wesentlichen gleichartig zu sein, indem aus dem Schnabel oder aus einer vorgebildeten Öffnung des Oogoniums ein Plasmatropfen austritt, und der übrige Inhalt sich zur Eizelle zusammenzieht. Nur bei *Vaucheriopsis*, wo das Oogonium keine vorgebildete Befruchtungsöffnung aufweist, rückt die Eizelle unter

Sprengung der Oogonienmembran soweit vor, daß eine Befruchtung stattfinden kann. Ein Ausstoßen von Plasma findet hier nicht statt. Auch bei *Dichotomosiphon* wird kein Plasma ausgestoßen, und hier erfolgt die Eibildung ohne Kontraktion des Inhalts, sondern einfach durch Inhaltswanderung, durch die eine körnerfreie äußere Plasmaschicht entsteht, die sich an der offenen Stelle schwach nach außen vorwölbt.

Die Antheridien sind bei *Vaucheriopsis* und *Dichotomosiphon*, sonst aber nur bei einer *Vaucheria*-Art (*V. dichotoma*) chlorophyllhaltig. Die Spermatozoiden sind mit zwei Cilien versehen, die seitlich inscriert sind. Eine von ihnen ist vorwärts, eine rückwärts gerichtet (Fig. 62).

Die Verwandtschaftsverhältnisse der *Vaucheriaceae* sind noch durchaus nicht geklärt. Hier ist die Familie, wie es meist üblich ist, als oogames Endglied der Siphoneenreihe aufgefaßt. Es ist aber bereits bemerkt, daß auch vielfach eine selbständigere Stellung der *Vaucheriaceae* angenommen wird. Es ist auch vorgeschlagen (von Bohlin) die Familie den *Heterokontae* anzugliedern, wofür besonders der Xanthophyllgehalt des Chromatophorfarbstoffs und das Öl sprechen würde. Folgerichtig müssen dann *Dichotomosiphon* und *Vaucheriopsis* aus der Familie ausgeschlossen werden. Andererseits sind die Übereinstimmungen dieser Gattungen mit *Vaucheria* so zahlreich und so besonderer Natur, daß eine Abtrennung dieser Gattungen unnatürlich erscheinen würde.



Fig. 62. *Vaucheria synandra:* Spermatozoiden ($^{820}/_1$ nach Woronin).

Über Verhalten der Arten in Kulturen sind wir ziemlich gut unterrichtet, besonders über die Süßwasserarten. Nähere Angaben finden sich in den im Literaturverzeichnis aufgeführten Arbeiten. Im allgemeinen werden Geschlechtsorgane in 3—12 Tagen erzielt bei Überführung in Rohrzuckerlösung von 2—4 $^0/_0$. Zoosporen bilden sich bei Kultur in stehendem Wasser, besonders wenn das Material aus fließendem Wasser überführt wird. Die meisten Arten bringen bei Kultur in stehendem Wasser auch Geschlechtsorgane hervor. Aplanosporen bilden sich vielfach an feuchter Luft. Steril eingesammeltes Material wird zur Bestimmung am besten in Rohrzuckerlösung, in stehendem Wasser und in Petrischalen, deren Boden eben mit Wasser bedeckt ist, kultiviert. Auch ist, falls kein Resultat eintritt, helle Beleuchtung oder Verdunkelung anzuwenden. Das Verhalten bei Kultur in Knopscher Lösung kann bei der Unterscheidung der Formen ebenfalls verwertet werden.

Wichtigste Literatur.

Ernst, A., Siphoneen-Studien. 1. *Dichotomosiphon tuberosus*. Beiheft Bot. Zentralbl., Bd. XIII. 3. Morphologie und Physiologie der Fortpflanzungszellen der Gattung *Vaucheria*. Ebenda, Bd. XVI, Jena 1902, 1904.

Götz, H., Zur Systematik der Gattung *Vaucheria*, speziell der Umgebung Basels. Flora 1897, Bd. LXXXIII.

Heering, W., Die Süßwasseralgen Schleswig-Holsteins. 2 Teil. *Chlorophyceae*. Allgemeines. — *Siphonales*. Jahrb. der Hamburgischen wissenschaftl. Anstalten 1906, XXIV. 3. Beih. Arbeiten der Botanischen Staatsinstitute. Hamburg 1907[1]).

Heidinger, W., Die Entwicklung der Sexualorgane bei *Vaucheria*. Ber. Deutsche Botan. Ges. 1908, Bd. XXVI, Festschrift.

Klebs, G., Zur Physiologie der Fortpflanzung von *Vaucheria sessilis*. Verh. der nat. Ges. zu Basel 1892, Bd. X.

—, Die Bedingungen der Fortpflanzung bei einigen Algen und Pilzen. Jena 1896.

Nordstedt, O., Algologiska småsaker. 2. *Vaucheria*-studier. 1879. Botaniska Notiser 1879.

Oltmanns, F., Über die Entwicklung der Sexualorgane bei *Vaucheria*. Flora, Bd. LXXXIII. Marburg 1897.

—, Morphologie und Biologie der Algen, Bd. I, II. Jena 1904—1905.

Walz, J., Beitrag zur Morphologie und Systematik der Gattung *Vaucheria* DC. Pringsh. Jahrb. 1866, Bd. V.

Woronin, M., Beitrag zur Kenntnis der Vaucherien. Bot. Ztg. 1869, Bd. XXVII.

—, *Vaucheria* Dc. *Baryana* n. sp. Bot. Ztg. 1880, Bd. XXXVIII.

Bestimmungsschlüssel der Gattungen[2]).

I. Normale vegetative Fäden nie exakt dichotomisch verzweigt, ohne Einschnürungen.
   1. Mit Öl. Reife Oospore mit Pigmentkörpern. Oogonium mit Schnabel oder Öffnung. **Vaucheria** S. 77.
   2. Ohne Öl. Reife Oospore grün. Oogonium vor der Befruchtung aufreißend. **Vaucheriopsis** S. 96.

II. Normale vegetative Fäden dichotomisch, an den äußersten Spitzen bis pentachotomisch verzweigt, mit Einschnürungen. Im Innern mit Stärke. **Dichotomosiphon** S. 96.

Vaucheria Decandolle.

Thallus nie exakt dichotomisch verzweigt, ölführend. Vegetative Vermehrung durch Regeneration von Thallusstücken oder Protoplasmapartien und durch Akineten, die im Faden entstehen, oder durch Abschnürung kurzer Zweige, in die sich der Inhalt benachbarter Thallusteile hineinzieht. Ungeschlechtliche Fortpflanzung durch Zoosporen und Aplanosporen. Geschlechtliche Fortpflanzung durch Eibefruchtung. Die Oogonien und Antheridien sind Ausstülpungen des Thallus. Einige Arten sind zweihäusig, die meisten einhäusig. Im letzteren Falle sind Antheridien und Oogonien einander genähert. Entweder sitzen beide Arten Geschlechtsorgane

1) Hier sehr viel Literaturangaben.

2) Über die früher vielfach hierhergerechnete Gattung *Botrydium* mit blasenförmigem Thallus und zahlreichen linsen- bis spindelförmigen Chromatophoren s. Heft XI, über die mit dieser früher verwechselten Gattung *Protosiphon* mit kugeligem, später schlauchförmigem Thallus und einem wandständigen, netzartigen Chromatophor s. Heft V.

auf dem Thallusfaden selbst oder nur die Antheridien oder die Oogonien. Die nicht auf dem Thallusfaden selbst sitzenden Antheridien oder Oogonien können entweder von besonderen Seitenzweigen getragen werden oder sitzen gemeinsam auf einem Seitenzweige. Die Geschlechtsorgane sind meist nur durch eine Querwand vom Thallus getrennt, oder es findet sich außerdem noch eine mehr oder weniger inhaltsleere Zelle, die Begrenzungszelle, eingeschoben. Auch kann bei den Antheridien außer der Begrenzungszelle noch eine besondere Zelle vorhanden sein, welche die in diesem Falle in der Mehrzahl vorhandenen Antheridien trägt (Androphor). Das Oogonium hat eine (bei marinen Arten auch mehrere) Befruchtungsöffnung, die häufig schnabelartig vorgezogen ist. Ursprünglich enthält das Oogonium zahlreiche Kerne, die bis auf den Eikern auswandern. Das Wanderplasma, in dem die auswandernden Kerne transportiert werden, fließt entweder an den Wänden des ganzen Oogoniums oder an einem Teil desselben entlang. Vor der Befruchtung tritt ein Tropfen farblosen Plasmas aus, und die nackte Eizelle rundet sich ab. Die Antheridien öffnen sich mit einer Spalte oder mit einem oder mehreren Löchern (Befruchtungsöffnungen), aus denen die Spermatozoiden austreten. Nach der Befruchtung umgibt sich die Eizelle mit einer Membran, die sich späterhin in drei Schichten differenziert. Bei einigen Arten findet noch eine weitere Ausbildung von Schichten statt. Die reifen Oosporen fallen meist mit der Oogoniummembran zusammen ab. Bei einigen Arten wird eine besondere Membran ausgebildet, die das Oogonium vom Thallus trennt. Die Oogoniummembran zersetzt sich später. Mitunter zersetzt sich diese Membran bereits, wenn das Oogonium sich noch im Zusammenhang mit dem Faden findet, so daß die Oospore herabfällt, oder schließlich kann die Oospore auch unmittelbar im Oogonium keimen.

Abnormitäten sind sehr häufig. Eine Gruppe derselben läßt sich als Durchwachsungen zusammenfassen. Durch die entleerten Zoosporangien und Aplanosporangien kann der Thallusschlauch weiter wachsen. Bei den Geschlechtsorganen treten Durchwachsungen besonders dann auf, wenn Oogonien und Antheridien auf einem gemeinsamen Tragast sitzen. Hier kann nun entweder der Tragast weiter wachsen, wenn der Fruchtstand seine Funktion erfüllt hat, oder er wächst bereits weiter, wenn die Oogonien noch vorhanden sind. Er kann dann wieder Geschlechtsorgane hervorbringen, so daß schließlich etagenförmig mehrere Fruchtstände übereinander entstehen. Diese Abnormität ist früher als eigne Art *Vaucheria circinnata* Kützing beschrieben worden. Mitunter bleiben die durchgewachsenen Fäden steril. Andere Fälle, die hierher zählen, entstehen dadurch, daß eine Art der Geschlechtsorgane angelegt wird, während statt der andern sich ein vegetativer Faden entwickelt (Fig. 63).

Eine zweite Gruppe von Abnormitäten sind die Fälle, in denen die Oogonien durch die Antheridien ersetzt werden und umgekehrt (Fig. 64). Derartige Abnormitäten sind auch künstlich hervorgerufen worden. Eine Überproduktion von Antheridien wird nach Klebs hervorgerufen, wenn *Vaucheria*-Kulturen einer höheren Temperatur und niederem Luftdruck ausgesetzt werden.

Bei den *Corniculatae Sessiles* entstehen durch Verwachsung der Antheridien und Oogonien vielfach gynandrische Bildungen,

die bei diesen Arten als Abnormitäten angesehen werden müssen (vgl. *Vaucheria intermedia* Fig. 87, wo sie eine normale Erscheinung darstellen).

Ferner kann auch die Form der Oogonien abnorm sein, und schließlich kann auch die Befruchtungsöffnung ganz fehlen, wodurch die Oospore zu einer Pseudo-Oospore wird, da ein Eindringen der Spermatozoiden und eine normale Befruchtung unmöglich wird. Das Auftreten einer doppelten Scheidewand bei der Abgrenzung der Oogonien ist ebenfalls als eine Abnormität anzusehen (Fig. 65).

Durch den Parasitismus eines Rädertieres *Notommata Wernecki* Ehrb. werden Gallen hervorgerufen. Beobachtet sind sie bei

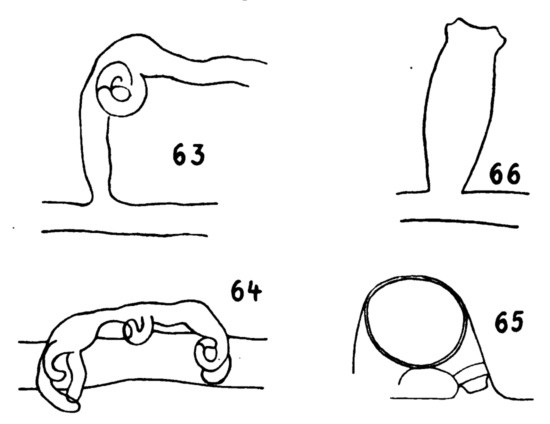


Fig. 63—66. 63 *Vaucheria hamata:* Prolifikation. Das Oogonium ist zu einem vegetativen Zweig ausgewachsen. 64 *Vaucheria uncinata:* Statt der Oogonien haben sich ausschließlich Antheridien entwickelt. 65 *Vaucheria ornithocephala* f. *variabilis.* Das Oogonium ist durch zwei Scheidewände vom Thallus getrennt. 66 Galle, leer. Die beiden Hörner sind offen. (63, 64, 66 nach Heering, 65 nach Teodoresco).

Vaucheria dichotoma und bei den *Corniculatae*[1]). Auch *Rotifer vulgaris* soll als Parasit vorkommen. Am auffälligsten sind die Hörnchengallen, die in zwei Zipfel auslaufen, welche als Verzweigungen letzten Grades angesehen werden (Fig. 66).

Bestimmungsschlüssel der Arten (Fig. 67).

I. Antheridien ohne Begrenzungszelle.

1. Antheridien sitzend oder sehr kurz gestielt, wenig oder gar nicht gekrümmt.

   A. Antheridien keulenförmig oder lanzettlich, mit einer besonderen apikalen Befruchtungsöffnung.

Sect. **Woroninia.**

1) Diese Gallen, die für Sporangien oder Akineten gehalten wurden, sind die Veranlassung zur Aufstellung besonderer Vaucheria-Arten (*V. appendiculata* DC., *V. sacculifera* Kützing) gewesen.

a) Antheridien und Oogonien auf getrennten Fäden. **V dichotoma** 1.

b) Antheridien und Oogonien auf denselben Fäden.

α) Fäden 60—120 μ dick, Antheridien 60—140 μ lang, 40—80 μ breit. **V. Thuretii** 2.

β) Fäden 120—180 μ dick, Antheridien 140—170 μ lang, 47—80 μ breit. **V. Schleicheri** 3.

B. Antheridien zylindrisch, durch einen Spalt geöffnet. Sect. **Tubuligerae.**

a) Fäden meist über 80 μ dick, Oospore meist viel kleiner als das Oogonium, in diesem scheinbar freischwebend. **V. aversa** 4.

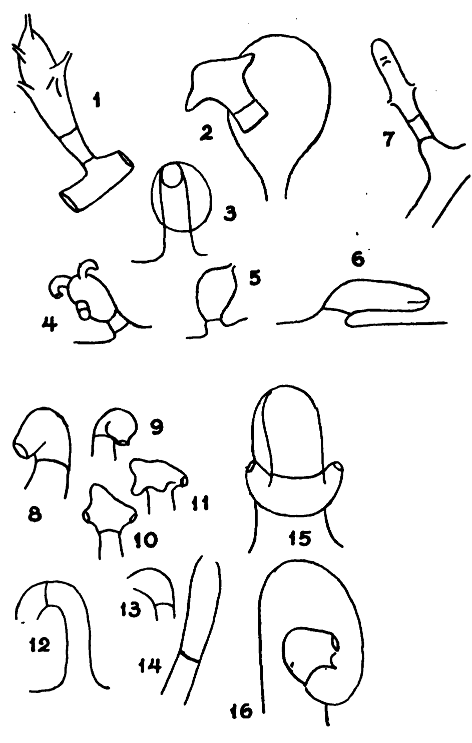


Fig. 67. Antheridienformen. 1 *V. sphaerospora*, eine nicht gewöhnliche Form, 2 *V. sphaerospora*, 3 *V. pachyderma*, 4 *V. synandra*, 5 *V. Thuretii*, 6 *V. aversa*, 7 *V. intermedia*, 8 *V. Debergana*, 9—11 *V. Debergana*, 12 *V. sessilis*, 13 *V. Arechavaletae*, 14 *V. subarechavaletae*, 15 *V. Woroniniana* von vorn, 16 *V. Woroniniana* von der Seite. (1, 2, 4, 5, 7 nach Nordstedt, 3 nach Walz, 8, 15, 16 nach Götz, 9, 10, 11 nach Woronin, 13 nach Wille, 14 nach Borge, 6, 12 nach Heering).

b) Fäden stets weniger als 50 μ dick. Die Oospore stö wenigstens an die Wände des Oogoniums oder fül es im unteren Teile aus. **V. ornithocephala**

2. Antheridien stets deutlich gestielt.

A. Antheridien beutelförmig. Sect. **Globifera**

V. pachyderma

B. Antheridien horn- oder hakenförmig gekrümmt, an d Spitze geöffnet, aber ohne besonders vorgebildete B fruchtungsöffnung. Sect. **Corniculata**

a) Oogonien stets auf dem Thallusfaden sitzend oder ku gestielt, einzeln neben einem gestielten Antheridiu oder zwei Oogonien mit einem Antheridium in d Mitte. Subsect. **Sessile**

α) Oogonien vom Faden senkrecht oder schräg al stehend, wenn parallel, größter Durchmesser nic über 80 μ. **V. sessilis**

β) Oogonien dem Faden parallel, größter Durchmess 148—163 μ. **V. borealis**

b) Oogonien stets auf einem ausnahmsweise sehr kurz Seitenzweige, der mit dem Antheridium endigt.

Subsect. **Racemosa**

α) Oogonien sitzend oder kurz gestielt, wenn läng gestielt, aufrecht.

* Die Krümmungsebene der 1—6 Oogonien u des Antheridiums bilden einen Winkel. D Oogonienmembran fällt mit der Oospore a ohne in Gallerte überzugehen.

\+ Oogonien meist zwei oder mehr, d Schnabel dem Antheridium zugewend aufgerichtet. Oosporenmembran dre schichtig, Mittelschicht wenig verdicl

V. geminata

\+\+ Oogonien 1—2, sehr häufig in der Ricl tung des Antheridiums vornübergenei Oosporenmembran mit einer besonde dicken, glänzenden Mittelschicht.

V. hamata 1

** Das fast stets einzeln vorkommende Oogoniu ist meist in derselben Ebene wie das Anth ridium gekrümmt. Die Oogoniummembr verwandelt sich in Gallerte.

V. terrestris 1

β) Oogonien auf längeren Stielen, die meist de Faden zugewendet sind.

* Ungeschlechtliche Fortpflanzung dur Aplanosporen. **V. uncinata** 1

* Ungeschlechtliche Fortpflanzung durch Ak neten. **V. megaspora** 1

C. Antheridien gestreckt, dann mit einer endständigen B fruchtungsöffnung[1]) oder kurz gekrümmt, häufig d

---

1) *Vaucheria Arechavaletae* Magnus et Wille und *V. subarechavalet* Borge (Fig. 67 $_{13, 14}$) sind nur aus Südamerika bekannt.

umgebogene Teil erweitert mit zwei oder mehreren (selten einer) vorspringenden Befruchtungsöffnungen.
Sect. **Anomalae.**

a) Faden 55—99 μ dick, Oogonien meist zwei, aufrecht, Befruchtungsöffnungen dem Antheridium zugewendet, oder herabhängend. Antheridium mit zwei Befruchtungsöffnungen. **V. Woroniniana** 14.

b) Faden 22—55 μ dick. Oogonien 1—3, mit einem kurzen stets vertikalen, nie (?) dem Antheridium zugewendeten Schnabel. Antheridium mit 1—4 Befruchtungsöffnungen. **V. de Baryana** 15.

II. Antheridien mit Begrenzungszelle.

1. Über der Begrenzungszelle ein Androphor.
Sect. **Androphoreae, V. synandra** 16.

2. Androphor fehlt. Sect. **Piloboloideae.**

A. Oogonien vom Thallus nur durch eine Querwand, nicht durch eine besondere Zelle getrennt. Oogonien aufrecht.

a) Oogonien mit mehreren Befruchtungsöffnungen.
V. coronata 17.

b) Oogonien mit einer Befruchtungsöffnung.

α) Oosporen kugelig.

* Befruchtungsöffnungen der Antheridien seitenständig, verstreut. Oogonien fast sitzend.
V. intermedia 18.

** Befruchtungsöffnungen der Antheridien entweder in der Einzahl, am Ende, oder zwei oder vier dicht unter dem Gipfel fast gegenständig. Oogonien mit einem zylindrischen Basalteil. **V. sphaerospora** 19.

β) Oosporen linsenförmig. **V. piloboloides** 20.

B. Oogonien vom Thallus meist durch eine besondere Zelle getrennt. Oogonien zurückgebogen. **V. litorea** 21.

Sect. **Woroninia** Solms-Laubach.

Antheridien oft senkrecht vom Faden abstehend, wenig oder gar nicht gestielt, lanzettlich, oblong, birn- oder eiförmig, stets mit einer einzigen papillenartigen apikalen Befruchtungsöffnung. Oogonien oft radial symmetrisch, mit einer vertikal vom Thallusfaden abstehenden Befruchtungsöffnung ohne Schnabel. Oosporenmembran braun. Ungeschlechtliche Fortpflanzung nicht genügend bekannt. (Für *V. Thuretii* werden Aplanosporen angegeben, die mit den Zweigen abfallen, also eher als Akineten zu bezeichnen sind).

1. **Vaucheria dichotoma** Agardh (= *Vaucheria Pilus* v. Martens, *V. submarina* Berkeley, *V. dichotoma* Ag. var. *submarina* Lyngbye, *V. dichotoma* Ag. f. *marina* Hauck, *V. bursata* Ag. var. *marina* Kützing, *Conferva dichotoma* L., *Ceramium dichotomum* Roth, *Ceramium caespitosum β*) *maximum* Roth, *Woroninia dichotoma* Solms-Laubach — Fig. 68). — Thallusfäden 50—220 (selten bis 343) μ dick. Oogonien und Antheridien auf verschiedenen Fäden. Die Oogonien sitzen unmittelbar auf dem Thallus. Sie sind kugelig oder mitunter etwas länger als breit, bis 374 μ lang, 330 μ breit. Die Auswande-

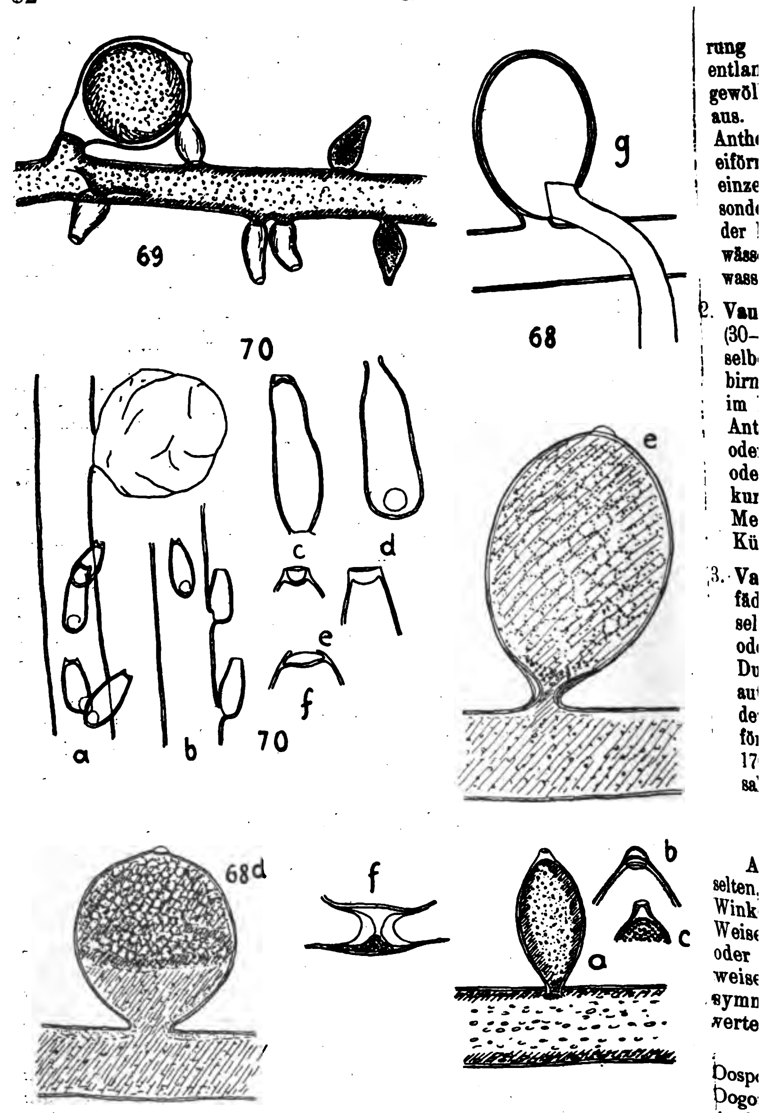


Fig. 68—70. 68 *Vaucheria dichotoma:* a—c Antheridium: a Junges Antheridium in der Flächenansicht, vom Thallusfaden durch eine Scheidewand abgegrenzt. Papille in der Entwicklung, b Papille durch Quellung beider Membranschichten entstanden, c Normal gebildete Papille. d—g: d Oogonium vor der Befruchtung, e nach der Befruchtung. f Basis des befruchteten Oogoniums, *α* trennende Scheidewand, *β* Membran der

rung der Kerne findet rings an den Wänden des Oogoniums entlang statt. Die Befruchtungsöffnung ist papillenförmig vorgewölbt. Die reife Oospore füllt das Oogonium vollständig aus. Sie ist mit drei dünnen Membranen umgeben. Die Antheridien sind 110—232 μ lang, 75—153 μ breit, regelmäßig eiförmig oder ellipsoidisch vertikal vom Thallusfaden abstehend, einzeln oder zu Gruppen vereinigt, chlorophyllführend. Besonders häufig im Brackwasser, in Gräben und Tümpeln nahe der Küste aber auch im Binnenlande, hier in salzhaltigen Gewässern, z. B. bei Bad Nauheim aber auch in reinem Süßwasser.

2. **Vaucheria Thuretii** Woronin (Fig. 69). — Thallusfäden (30—)60—122 μ dick. Oogonien und Antheridien auf demselben Faden. Oogonien einzeln, umgekehrt eiförmig oder birnenförmig, kurz gestielt, selten sitzend, geneigt, 130—300 μ im Durchmesser. Oosporen 170—240 μ lang, 120—200 μ breit. Antheridien abstehend oder fast horizontal, oblong-eiförmig oder zitronenförmig, 60—150 μ lang, 40—80 μ breit, gestreckt oder gekrümmt. Aplanosporen (oder Akineten?) am Ende kurzer Seitenzweige, noch nicht genügend bekannt. — An den Meeresküsten Europas und Nordamerikas, an der deutschen Küste noch nicht beobachtet.

3. **Vaucheria Schleicheri** De Wildeman (Fig. 70). — Thallusfäden 120—180 μ dick. Oogonien und Antheridien auf demselben Faden. Oogonien seitlich, einzeln, umgekehrt eiförmig oder kugelig (?), sitzend oder kaum gestielt, 280—340 μ im Durchmesser. Oosporen unbekannt. Antheridien seitlich sitzend, aufgerichtet oder einen mehr oder weniger spitzen Winkel mit dem Thallusfaden bildend, oblong-oval, bisweilen fast birnförmig. Öffnung an der Spitze 18 μ breit, Antheridien 140 bis 170 μ lang, 47—80 μ Durchmesser. Schweiz in Gräben mit salzhaltigem Wasser im Wallis und bei Noville.

Sect. **Tubuligerae** Walz.

Antheridien länglich-zylindrisch, fast gar nicht gekrümmt und ılten, und dann nur wenig gestielt. Sie bilden meist einen spitzen Winkel mit dem Thallusfaden. Sie öffnen sich in unregelmäßiger Weise an der Spitze. Oogonien nie kugelrund, sondern stets mehr ler weniger schief und bilateral symmetrisch. Nur bei reihen-eisem Vorkommen sind die mittleren um die Längsachse radial ymmetrisch. Die roten Pigmentkörper sind in der reifen Oospore erteilt. Ungeschlechtliche Fortpflanzung durch Zoosporen.

ospore, g Keimende Oospore. 69 *Vaucheria Thuretii*: Faden mit ogonien und Antheridien. 70 *Vaucheria Schleicheri:* a Faden mit ntheridien und Oogonien. Die Antheridien sind an der Spitze geöffnet, was weiter hinten aber durch eine Scheidewand begrenzt, b Faden mit ntheridien, letztere ganz geöffnet, c Antheridien geöffnet, durch eine uerwand etwas weiter unten geschlossen, d Ende dieser Antheridien, Ende eines Antheridiums mit Cellulosepfropf, f offenes Antheridium. 3 a, b, c, f, g nach Solms-Laubach, 69 nach Woronin, 70 nach De Wildeman.

4. **Vaucheria aversa** Hassall (= *V. ornithocephala* Agardh *β) aversa* Kützing, *V. rostellata* Kützing — Fig. 71). — Thallusfaden 50—131 μ dick. Oogonien und Antheridien unmittelbar am Thallus, in Gruppen stets an derselben Seite des Fadens, entweder ein Oogonium und ein Antheridium einander zugewendet oder ein Oogonium zwischen zwei ihm zugewendeten Antheridien oder seltener 3—6 Oogonien zwischen zwei Antheridien. Oft finden sich zwei einander den Rücken wendende Oogonien zwischen zwei Antheridien. Die Antheridien sind schlauchförmig-zylindrisch, vom Thallusfaden nur durch eine Querwand getrennt, die mitunter etwas über die Ebene der Längswand herausgehoben ist. Sie öffnen sich durch Zerreißen des Gipfels. Die Oogonien sind blasenförmig, die Befruchtungsöffnung mehr oder weniger schnabelförmig vorgezogen. Der Schnabel steht entweder senkrecht vom Faden ab, wodurch das Oogonium eine annähernd eiförmige Gestalt erhält, oder häufiger ist er schräg aufwärts gerichtet oder am oberen Ende des Oogoniums und mit dem Faden parallel. Schließlich kann auch der Schnabel fast bis zum Thallus zurückgekrümmt und nach dem Oogonium zu gerichtet sein. (Nachzuprüfen!) Das Oogonium ist bis 154 μ hoch, 130 μ breit. Die Membran des reifen Oogoniums weist eine feine, nach der Basis zu gehende Streifung auf. Die Oospore ist kugelig oder etwas ellipsoidisch. Sie schwebt scheinbar frei im Oogonium. In seltenen Fällen berührt sie im Reifezustand die Wände. Die Lage der Oospore im Oogonium ist wechselnd. Oosporen 77—130 μ lang, 71,5 bis 110 μ breit. Reife Oosporen im Innern mit mehreren über den ganzen Inhalt verteilten roten Körpern. Ungeschlechtliche Fortpflanzung durch Zoosporen, die 150—210 μ lang, 110 bis 160 μ breit sind. — Besonders häufig in stehendem Wasser, aber auch in fließendem Wasser und auf feuchter Erde, oft sehr häufig z. B. in Schleswig-Holstein. Sie fruktifiziert im Frühjahr und Hochsommer.

5. **Vaucheria ornithocephala** Agardh (= *V sericea* Lyngbye — Fig. 72. — Thallusfäden 22—75 μ dick, Oogonium auf einer Seite des Fadens, selten einzeln, meist mehrere, bis sechs, in einer Reihe. Die Scheidewand ist mitunter ein wenig emporgehoben. Die Oogonien sind stets geschnäbelt, die Schnäbel oft alle nach derselben Seite gerichtet, auf der entweder ein Antheridium den Oogonien entgegengerichtet ist oder auch zwei Antheridien, die je auf einer Seite des Fadens stehen. Meist sind die Oogonien schief eiförmig, mitunter vogelkopfartig, vom Faden abstehend, seltener fast oder ganz herunterhängend. Die Oosporen stoßen stets an die Wände des Oogoniums. Sie sind entweder rund und lassen dann den oberen und unteren Teil des Oogoniums frei, oder sie sind mehr oder weniger eiförmig und füllen dann den unteren Teil des Oogoniums aus. Die Oosporen sind bis 83,6 μ lang und bis 60,5 μ breit, mit dreischichtiger Membran und im Reifezustand mit vielen roten Körpern versehen, die in der ganzen Oospore verteilt sind. Antheridien schlauchförmig-zylindrisch, meist kurz gestielt, an der Spitze durch Aufspringen geöffnet. Ungeschlechtliche Fortpflanzung durch Zoosporen, die nach dem Ausschlüpfen

etwa 80—150 μ lang und halb so breit sind und sich allmählich abrunden.

Forma *genuina* Heering — (Fig. 72a, b). — Fäden 24—75 μ dick. Oogonien schief eiförmig bis vogelkopfartig, mehr oder weniger aufrecht oder zum Faden niederhängend, zu 1—6 an einer Seite des Fadens. Antheridien oft auf beiden Seiten des Fadens einander gegenüberstehend. — In fließendem Wasser in dünnen weichen Polstern am Grunde, in ruhigem Wasser in freischwimmenden Watten.

Forma *variabilis* Heering (= *V. polysperma f. variabilis* Teodoresco — Fig. 65). — Fäden 27,5—36,5 μ. Oosporen

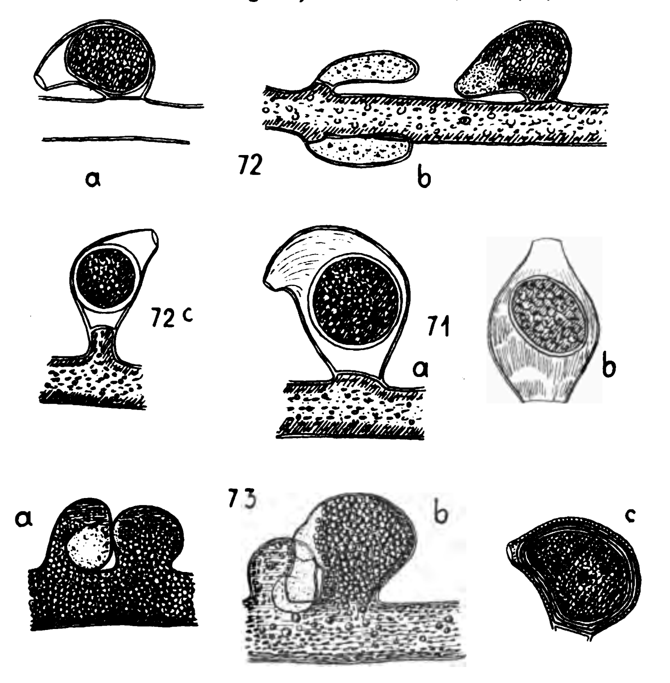


Fig. 71—73. 71 *Vaucheria aversa*: a, b reife Oogonien. 72 *Vaucheria ornithacephala*: a, b *forma genuina*, a reifes Oogonium, b Oogonium und Antheridium vor der Befruchtung, c f. *polysperma*, reifes Oogonium. 73 *Vaucheria pachyderma*: a, b vor der Befruchtung, c reifes Oogonium. 71 a $^{140}/_1$, 72 c $^{198}/_1$ nach Götz, 71 b $^{195}/_1$, 72 a, b, 73 c $^{114}/_1$ nach Walz, 73 a, b nach Heidinger.

48—65 μ lang, 47—52 μ breit. Die Form steht zwischen der vorhergehenden und folgenden. — In stehendem und fließendem Wasser.

Forma *polysperma* Heering (= *V. polysperma* Hassall — Fig. 72 c). — Fäden 22—33 μ dick, Oogonien vom Faden

abstehend. Antheridien stets in der Einzahl. Oosporen kugelig, 44—60,5 μ lang und breit. Zoosporen 82,5—93,5 μ lang, 66—88 μ breit. — In stehendem Wasser freischwimmende lockere Fadenmassen bildend. Bisher im Gebiete nur in der Schweiz beobachtet, sonst in Nord- und Osteuropa.

Sect. **Globiferae** Heidinger.

Antheridien kugelig angeschwollen am Ende von kurzen Zweigen. Oogonien bilateral symmetrisch. Während der Entwicklung findet sich an der Rückseite ein breites hellrötlichbraunes Band des Wanderplasmas. Schnabel ziemlich groß, oft bedeutend nach rückwärts verlängert. Oospore das Oogonium völlig ausfüllend.

6. **Vaucheria pachyderma** Walz (= *V. Dillwynii* Agardh[1]). — Fig. 73). — Thallusfäden 40—123 μ dick. Die Oogonien sind sitzend, kugelig oder ellipsoidisch, parallel mit dem Thallus verlängert oder auch schief eiförmig, geschnäbelt, 69—220 μ lang, 69—160 μ hoch. Ihre Membran ist im reifen Zustande getüpfelt. Die Oosporen füllen das Oogonium ziemlich aus, sind also wenig kleiner als dieses, bis 180 μ lang, 145 μ breit. Die Membran ist 5—6 μ dick, bis siebenschichtig. Meistens steht neben einem Oogonium ein Antheridium; seltener steht das Antheridium zwischen zwei Oogonien. Das beutelförmige Antheridium sitzt auf einem unten gestreckten Zweige, der oben hakenförmig gekrümmt ist. — Die Art findet sich hauptsächlich auf feuchter Erde, seltener in stehendem Wasser. Von dieser Art werden zwei Varietäten unterschieden, deren Zugehörigkeit aber noch nicht sicher feststeht. Vielleicht gehören sie zu den *Corniculatae Sessiles*.

*var *Hassallii* (Wittrock) Wille (= *V. sessilis β*) *Hassallii* Wittrock, *V. sessilis β*) *obversa* (Kützing) Wittrock, *V. ornithocephala* Ag., *a*) *obversa* Kützing, *V. ornithocephala* Hassall). — Oogonien vorwiegend einzeln neben einem Antheridium, seltener zu zweit mit einem Antheridium in der Mitte. Die Oogonien laufen in einen deutlichen, ziemlich breiten, abgestukten Schnabel aus, der vertikal oder schräg aufwärts gerichtet ist, im übrigen sind sie gewöhnlich breit eiförmig. Die Oospore füllt das Oogonium ganz aus. Sie ist 90 μ lang, 60 μ breit. Die Membran ist in reifem Zustande dick und geschichtet. Das Antheridium ist nicht genügend bekannt. — Im Gebiete nicht beobachtet, in Europa mehrfach.

*var. *islandica* Boergesen. — Durch die fast regelmäßig eiförmigen Oogonien, durch die längeren und stärker gekrümmten Antheridien und durch die größeren Dimensionen ausgezeichnet. Oogonien 220 μ lang, 160 μ breit. Oosporen 180 μ lang, 145 μ breit. Antheridien 40 μ breit, nicht beutelförmig. Vegetation Faden 80 μ dick. — Bisher nur aus Island bekannt. Von Heidinger wird diese Varietät trotz der abweichenden Beschaffenheit des Antheridiums bei *V. pachyderma*

---

1) Wahrscheinlich beziehen sich viele Angaben unter diesem Namen auf diese Art. Da aber die Beschaffenheit des Antheridiums nicht genügend beachtet worden ist, kann auch eine Art der *Corniculatae Sessiles* gemeint sein.

belassen. Eine weitere Untersuchung erscheint aber notwendig.

Sect. Corniculatae Walz.

Oogonien und Antheridien entweder zusammen auf einem Seitenzweige oder die Oogonien auf dem Thallusfaden selbst, sitzend oder kurz gestielt. Die Antheridien sind stets gestielt, hornförmig gebogen, an der Spitze aufspringend, ohne besondere Befruchtungsöffnung. Die Oogonien sind stets mit einer Befruchtungsöffnung versehen, die meist schräg oder parallel zum Thallusfaden oder Fruchtzweig gerichtet ist, seltener senkrecht absteht. Im ersteren Fall ist das Oogonium bilateral, im letzteren Fall um die Längsachse herum radial symmetrisch gebaut. Die Oospore füllt das Oogonium stets vollständig oder fast vollständig aus. Im Innern finden sich ein bis wenige rote, braune oder schwarze Körper, die zentral liegen. Ungeschlechtliche Fortpflanzung durch Zoosporen oder Aplanosporen. — Im süßen Wasser oder auf feuchter Erde, keine der Arten ist ständiger Bewohner von Brackwasser.

Subsect. Sessiles Walz.

Die Oogonien sitzend oder kurz gestielt, die Antheridien stets auf einem Seitenzweig. Ungeschlechtliche Fortpflanzung, wo bekannt, durch Zoosporen, nie durch Aplanosporen. — Häufige Abnormitäten sind gynandrische Bildungen.

7. **Vaucheria sessilis** Decandolle (= *V. clavata* DC, *V. fluitans* Oltmanns, *V. sphaerocarpa* Kützing, *Ectosperma clavata* Vaucher, *Ectosperma sessilis* Vaucher — Fig. 74—77). — Thallusfäden 33—135 μ dick. Oogonien einzeln neben einem Antheridium oder zu zweit mit einem Antheridium in der Mitte, sitzend oder sehr kurz gestielt. Oogonienmembran stets glatt. Der Schnabel ist entweder schräg aufwärts gerichtet, seltener vertikal vom Faden abstehend, oder dem Thallusfaden parallel. Je nach der Lage des Schnabels wechselt die Form des Oogoniums. Die Oosporen füllen das Oogonium aus. Sie haben eine dreischichtige Membran (in seltenen Fällen eine siebenschichtige). Im Innern der reifen Oospore finden sich ein bis mehrere hellrote bis sepiabraune Flecken. Ungeschlechtliche Fortpflanzung durch Zoosporen, die 82,5—176 μ lang, 77—154 μ breit sind und in zylindrischen bis keulenförmigen endständigen Zoosporangien entstehen. Die Zoosporen sind auf der ganzen Oberfläche mit Cilien bedeckt.

Forma *genuina* Hansgirg — Fig. 74). — Thallusfäden 49,5—85 (—112,5) μ dick. Oogonien meist zu zweit mit einem Antheridium in der Mitte. Der Schnabel ist stets schräg aufwärts gerichtet. Oosporen 60—99 μ lang, 54—77 μ breit. Im Innern der ganzen Oospore ein oder mehrere braune Flecken. Ungeschlechtliche Fortpflanzung durch Zoosporen, die in mehr oder weniger keulenförmig angeschwollenen Zoosporangien entstehen. Zoosporen 110—143 μ lang, 110—126,5 μ breit. Die Keimlinge bilden bei Berührung mit festen Körpern Rhizoiden. — In stehendem Wasser große freischwimmende Watten bildend, auch in fließendem Wasser.

Forma *repens* (Hassall) Hansgirg (= *V. repens* Hassall, *Conferva fontinalis* Karsten — Fig. 75). — Thallusfäden 32,5—51,5 μ dick. Oogonien meist einzeln neben einem Antheridium. Der Schnabel ist horizontal gerichtet. Die Oospore ist grau, 66—77 μ lang, 55—77,5 μ breit, im Innern mit einem oder mehreren sepiabraunen Flecken. Das Zoosporangium ist fast zylindrisch. Die Zoosporen sind 82,5—126,5 μ lang, 77—121,5 μ breit. — Auf feuchter Erde dünne Überzüge bildend, in fließendem Wasser in Form dicker, polsterartiger Rasen.

Forma *clavata* (Klebs) Heering (= *Vaucheria clavata* Klebs — Fig. 76). Fäden 77—110 μ dick, Oogonien radial symmetrisch, mit vertikal stehendem Schnabel, bald einzeln, bald zu zweit. Oosporen 66—88,5 μ lang, 49,5—66,5 μ breit,

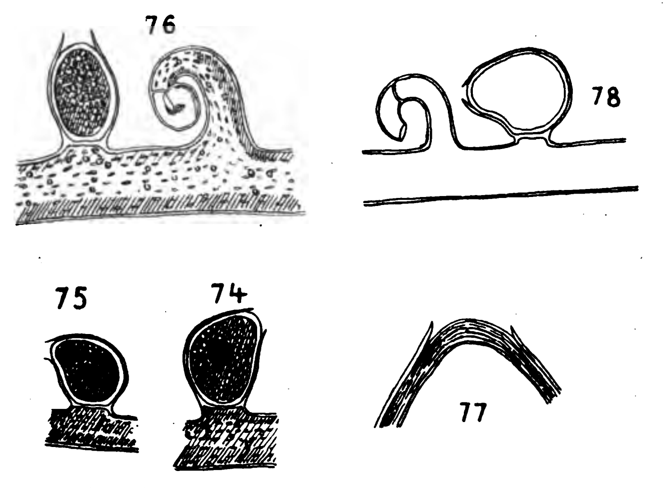


Fig. 74—78. 74 *Vaucheria sessilis* f. *typica*. 75 *Vaucheria sessilis* f. *repens*. 76 *V. sessilis* f. *clarata*. 77 *V. sessilis* f. *orthocarpa*, Oogonien- und Oosporenmembran. 78 *V. borealis*. 74 $^{198}/_1$, 75 $^{140}/_1$, 76 $^{198}/_1$ nach Götz, 77 nach Heering, 78 $^{125}/_1$ nach Hirn.

mit einem hellroten Fleck im Innern. Zoosporen 136—176 μ lang, 126—154 μ breit. Die Zoosporangien sind dick-keulenförmig. Die Zoosporangienkeime erzeugen beim Kontakt mit festen Körpern stark verzweigte Rhizoide. — In schnellfließendem Wasser, dicke kurze geschorene Polster bildend.

Forma *orthocarpa* (Reinsch) Heering (= *Vaucheria orthocarpa* Reinsch — Fig. 77). — Fäden 62—105 μ dick, gelbgrün. Oogonien fast stets einzeln, regelmäßig eiförmig, Schnabel senkrecht vom Thallus weggewendet. Schnabel 16 bis 18 μ lang, Dicke der Oogonienmembran 2—3 μ. Oosporen (unreif) 75—87 μ lang, 62—68 μ breit (reif), regelmäßig eiförmig, 118—125 μ lang, 81—88 μ breit, kurz gestielt (Stiel 16—18 μ lang), mit siebenschichtiger Membran. Die Schichten

sind ziemlich gleich dick. Oosporenmembran 6—8 μ dick. Locker verworrene handgroße Watten bildend, stets nur in stehendem Wasser.

*8. **Vaucheria borealis** Hirn — (Fig. 78). — Thallusfäden 60 bis 141 μ dick. Oogonien sitzend oder kaum gestielt, meist einzeln, seltener paarweise, schief eiförmig, mit horizontalem Schnabel. Oosporen von ähnlicher Form wie die Oogonien, Längsachse parallel mit der des Thallusfadens, 111—138 μ breit, 148 bis 163 μ lang, mit mäßig dicker, dreischichtiger Membran. — Zwischen Moosen in fließendem Wasser und auf feuchter Erde. Bisher nur in Finnland.

Subsect. **Racemosae** Walz (= *Stipitatae* Rabenhorst).

Die Oogonien und Antheridien sitzen stets auf kurzen Seitenästen und zwar ist unter normalen Verhältnissen das Antheridium stets in der Einzahl vorhanden und endständig, die Oogonien unter dem Antheridium, 1—6, entweder fast sitzend oder kurz oder lang gestielt. Ungeschlechtliche Fortpflanzung durch Aplanosporen, nie durch Zoosporen. Akineten bei einer Art.

Abnormitäten sehr häufig, besonders Durchwachsungen und Verkrümmung der Geschlechtsorgane. Ferner treten besonders bei den Arten dieser Subsection *Notommata*-Gallen auf.

9. **Vaucheria geminata** Decandolle em. Walz ex parte[1]) (= *V. racemosa* Götz. — Fig. 79). — Thallusfäden 29—132 μ dick. Antheridium horn- oder schneckenartig gekrümmt, am Ende aufgerichteter längerer Zweige oder kurzer Seitenzweige. Unter ihm 1—6 Oogonien, die meist kurz, seltener länger gestielt und aufgerichtet sind. Die Krümmungsebenen des Antheridiums und der Oogonien bilden einen Winkel miteinander. Die Oogonien sind halbkugelig-ellipsoidisch, die abgeplattete Seite ist stets dem Antheridium zugewendet. Die reifen Oosporen sind von sehr wechselnder Gestalt, 64,5—190 μ lang, 52,5—225 μ breit. Sie fallen samt der Oogonienmembran ab. Die Oosporenmembran ist dreischichtig. Die mittlere Schicht ist dünn. Im Innern der Oospore finden sich ein oder mehrere braunrote Flecken. Die ungeschlechtliche Fortpflanzung geschieht durch Aplanosporen. Die Aplanosporangien haben meist einen umgekehrt eiförmigen Umriß und sitzen am Ende eines meist kurzen Seitenzweigs. Die Aplanosporen füllen die Sporangien ziemlich aus. Sie sind 105—209 μ lang, 84—184 μ breit und keimen erst nach einer Ruhezeit.

Forma *genuina* Heering: Meist zwei Oogonien mit aufgerichtetem, dem Antheridium zugewendeten Schnabel, selten nur ein Oogonium, indem das zweite verkümmert. Bei den an feuchter Luft wachsenden Fäden, z. B. am Rande von Ge-

1) Die älteren Autoren haben mit diesem Namen wahrscheinlich hauptsächlich die hier beschriebene Art gemeint. Walz erwähnt, daß in seltenen Fällen das Antheridium die für die *Anomalae* charakteristische Ausbildung zeige. Auch Klebs hat eine solche Form untersucht und als *V. geminata* bestimmt. Götz, dem die meisten neueren Autoren folgen, hat den Namen *V. geminata* ganz für diese zu den *Anomalae* gehörige Art in Anspruch genommen, während von mir diese Art mit dem Namen *V. Woroniniana* Heering bezeichnet und der Name *V. geminata* im alten Sinne verwendet wurde.

wässern, häufig Durchwachsungen. — In fließendem Wasser stets steril, pinselförmige, verlängerte flutende, Büschel bildend, daher nur durch Kultur bestimmbar. Am Rande der Gewässer in einer Form, die dadurch charakterisiert ist, daß sich aus einem von chlorophyllarmen Fäden gebildeten Lager aufrechte Fäden erheben, die an ihren Enden die Geschlechtsorgane tragen (status *caespitosus*). Am häufigsten in stehendem Wasser, freischwimmende oder an Wasserpflanzen festhaftende Watten bildend, im Sommer vorwiegend mit Geschlechtsorganen, im Winter meist mit Aplanosporen. Auf feuchter Erde bildet die Alge dünne Überzüge (forma *terrestris* Rabenh.). Sie bildet auch hier Geschlechtsorgane und unter Umständen Akineten.

Der status *racemosus* (= *V. geminata β. racemosa* Walz) zeichnet sich durch das Auftreten von mehr als zwei Oogonien an einem Fruchtzweige aus. — Im ganzen Gebiet verbreitet.

*Forma *pedunculata* (Arechavaleta) Heering (= *V. pedunculata* Arechavaleta, *V. racemosa* var. *martialis* Teodoresco). — Die Oogonien sind ziemlich lang gestielt, stets aufrecht oder abstehend. Thallusfäden 29—40 μ dick, Oosporen 64—70 μ lang, 49—57 η breit. — In Europa bisher in Rumänien.

Diese Form stellt einen Übergang von *V. uncinata* dar.

10. **Vaucheria hamata** Walz (Fig. 81). — Thallusfäden 38,5 bis 80 μ dick. Auf dem Fruchtast steht am Ende ein horn- oder schneckenartig eingerolltes Antheridium. Unter ihm sitzen ein bis zwei, selten drei Oogonien, deren Krümmungsebene mit der des Antheridiums einen Winkel bildet. Die Oogonien und Antheridien sind nach derselben Seite übergeneigt.

Die Oogonien sind eiförmig oder konvex-plan oder konvex-konkav. Die gerade oder konkave Seite ist immer dem Antheridium zugekehrt. Oogonien 75—90 μ lang, 60—80 μ dick. Die Oospore füllt das Oogonium aus. Im Innern findet sich ein sepiabrauner bis schwarzer Flecken. Die Membran ist dreischichtig, die mittlere Schicht ist dick und glänzend. Die Aplanosporen werden aus den Sporangien frei und keimen sofort. — Die Art wird leicht mit der folgenden verwechselt. Sie findet sich hauptsächlich auf feuchter Erde, aber auch in stehendem, seltener in fließendem Wasser. Im Gebiete scheint sie verbreitet zu sein.

11. **Vaucheria terrestris** Lyngleye em. Walz (= *V. pendula* Reinsch. — Fig. 80). — Thallusfäden 43—100 μ dick. Auf dem Fruchtast fast stets nur ein Oogonium und ein spiralig oder schneckenförmig gerolltes Antheridium, deren Krümmungsebene meist dieselbe ist. Das Oogonium ist rund-oval bis plan-konvex. Die gerade Seite ist stets dem Antheridium zugewendet. Die Oospore ist mit der Oogonienmembran fest verbunden. Bei der Reife verwandelt sich die Oogoniummembran in Gallerte und fällt mit der Oospore zugleich ab. Die Oosporen sind 82,5—211 μ lang, 60,5—103 μ breit. Ihre Membran ist dreischichtig, die mittlere Schicht dick und glänzend. Im Innern der Oosporen mehrere braune Flecken. Ungeschlechtliche Fortpflanzung unbekannt. Durchwachsungen

sind häufig. — Vornehmlich auf feuchtem Boden oder auf gelegentlich überfluteten Stellen, seltener in stehendem Wasser. Im Gebiete verbreitet.

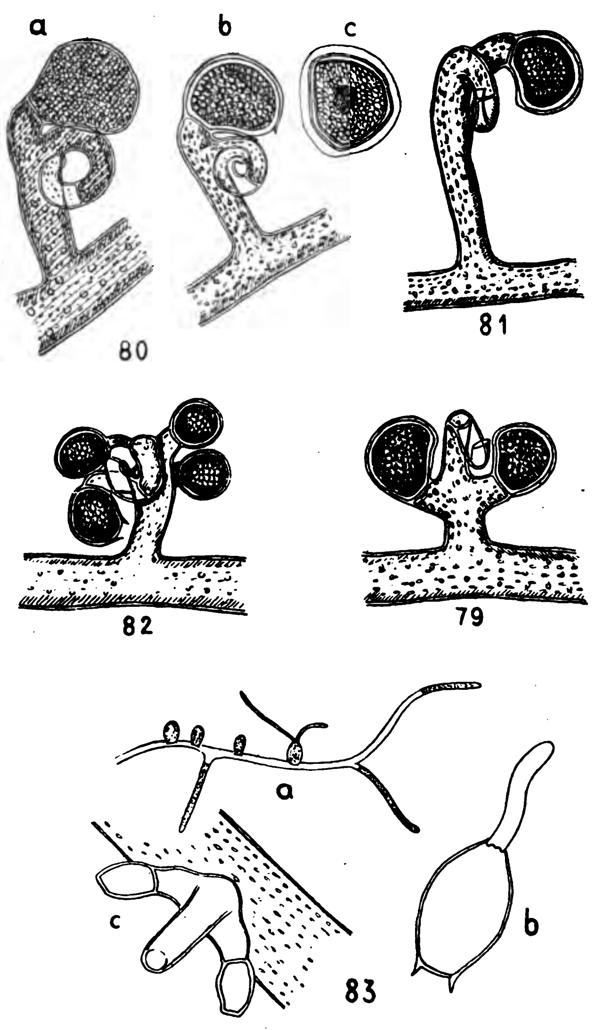


Fig. 79—83. 79 *Vaucheria geminata.* 80 *Vaucheria terrestris*, a vor, b nach der Befruchtung, c reife Oospore. 81 *Vaucheria hamata.* 82 *Vaucheria uncinata.* 83. *Vaucheria megaspora.* a Faden mit Akineten, b keimende Akinete, c Antheridium und Oogonium. 79 $^{140}/_{1}$, 80 b $^{112}/_{1}$, 81 $^{198}/_{1}$, 82 $^{112}/_{1}$ nach Götz, 80 a, c $^{114}/_{1}$ nach Walz, 83 nach Iwanoff.

12. **Vaucheria uncinata** Kützing (= *Vaucheria Walzi* Rothert. — Fig. 82). — Thallusfäden 60—170 μ dick. Das Antheridium ist endständig auf einem kürzeren oder längeren Fruchtast und schneckenförmig oder spiralig gebogen. Unter ihm sitzen 2—6 Oogonien auf Stielen, die meist länger sind als sie selbst. Die Stiele sind meist nach unten geneigt, können aber auch teilweise horizontal oder aufwärts gerichtet sein. Die Oogonien sind meist rundlich, seltener schief-eiförmig. Im letzteren Falle ist die dem Antheridium zugewandte Seite eben, die abgewandte konvex. Die reifen Oosporen sind 71,5—90 μ lang, 63—77 μ breit. Ihre Membran ist dreischichtig. Im Innern enthalten sie einen oder mehrere braune bis schwarze Flecken. Die Oosporen fallen mit der Oogonienmembran zugleich ab. Ungeschlechtliche Fortpflanzung durch mehr oder weniger kugelige Aplanosporen, die durch Zersetzung der Sporangienmembran frei werden. Sie sind 116,9—233,8 μ lang, 116,9 bis 217,8 μ breit.

In fließendem Wasser bildet die Art dünne Polster, die stets steril sind. Sie sind daher nur durch Kultur bestimmbar. In stehendem Wasser bildet die Art lockere freischwimmende Watten oder am Ufer dichte Rasen. Im Winter bringt sie hauptsächlich Aplanosporen, im Sommer Geschlechtsorgane hervor. — Im Gebiete wohl verbreitet.

*13. **Vaucheria megaspora** Iwanoff (Fig. 83). — Fäden 90 bis 130 μ dick, wenig — scheinbar dichotomisch — verzweigt. Antheridien hakenförmig gekrümmt am Ende des Fruchtzweiges, der unter dem Antheridium die Oogonien trägt. Die Krümmungsebene des Antheridiums und die der Oogonieen bilden einen Winkel. Die Oogonien sind zu zweit oder dritt (selten zu vier oder fünf) auf dem Fruchtzweige vereinigt. Sie sind deutlich gestielt. Die Oosporen (oder Partheno-Oosporen)[1]) sind mehr oder weniger symmetrisch gebaut und von drei Membranen umschlossen, 100—117 μ lang, 73—93 μ breit. Die Akineten entstehen an der Spitze kurzer Seitenzweige. Sie sind oblong oder eiförmig, 300—395 μ lang, 200—220 μ breit. — Bisher nur in Rußland im Bologowschen See, Provinz Nowgorod, in einer Tiefe von 3,5 m, auf dem Grunde verflochtene Rasen bildend; seltener in weniger tiefem Wasser.

Sect. **Anomalae** Hansgirg.

Antheridien in der Einzahl am Ende des Fruchtzweiges ohne Begrenzungszelle, darunter 1—3 Oogonien, die mehr oder weniger lang gestielt sind. Die Antheridien sind im unteren Teile gestreckt, dann plötzlich ähnlich der Krücke eines Stockes umgebogen. Der umgebogene Teil kurz, zugespitzt, mit einer endständigen runden Befruchtungsöffnung oder verbreitert, dann bilateral symmetrisch mit je einer seitlichen Befruchtungsöffnung, oder etwas unregelmäßig mit 3—4 Befruchtungsöffnungen. Der Schnabel der Oogonien ist wenig entwickelt und die stets in der Einzahl vorhandene Be-

1) Die Membran des Oogoniums soll nie geöffnet sein, so daß das Eindringen von Spermatozoiden unmöglich ist. Die Entwicklung zu Oosporen geht aber auch ohne Befruchtung ähnlich wie bei den anderen Arten vor sich.

fruchtungsöffnung breit. Wanderplasma an der Rückseite der Oogonien.

13. **Vaucheria Woroniniana** Heering (= *Vaucheria geminata* Klebs, *V. Debaryana* Woronin var. *Schmidlei* Gutwinski — Fig. 84). — Thallusfäden 55—99 μ dick. Antheridium am Ende des Fruchtastes mit meist zwei seitlichen Ausstülpungen. Unter ihm ein oder zwei Oogonien (selten mehr), gestielt oder sitzend, länglich eiförmig, aufrecht, Öffnung ein wenig gegen das Antheridium geneigt oder herabhängend. Die reife Oospore ist 82—157,8 μ lang, 71,5—127,6 μ breit. Im Innern finden sich

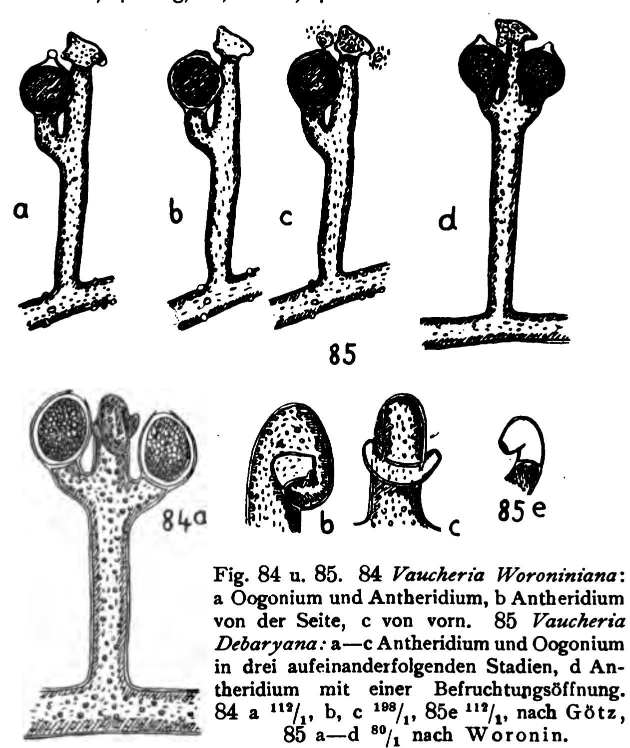


Fig. 84 u. 85. 84 *Vaucheria Woroniniana*: a Oogonium und Antheridium, b Antheridium von der Seite, c von vorn. 85 *Vaucheria Debaryana*: a—c Antheridium und Oogonium in drei aufeinanderfolgenden Stadien, d Antheridium mit einer Befruchtungsöffnung. 84 a $^{112}/_1$, b, c $^{198}/_1$, 85e $^{112}/_1$, nach Götz, 85 a—d $^{80}/_1$ nach Woronin.

ein oder mehrere zentrale rote Flecken. Die Oosporenmembran ist dreischichtig, die mittlere Schicht ist am dünnsten. Die Aplanosporen sind länglich-eiförmig, 200,4—250,8 μ lang, 116,9—183,7 μ breit.

Forma *genuina* Heering. — Oogonien aufrecht, Oosporen 99—157,8 μ lang, 77—127,5 μ breit. — Besonders am Ufer fließender Gewässer, dunkelgrüne, hahnenkammförmige Polster bildend, auch auf feuchter Erde. — Bisher wenig bekannt, da vielfach mit *Vaucheria geminata* verwechselt. Nachgewiesen bei Kiel und bei Basel.

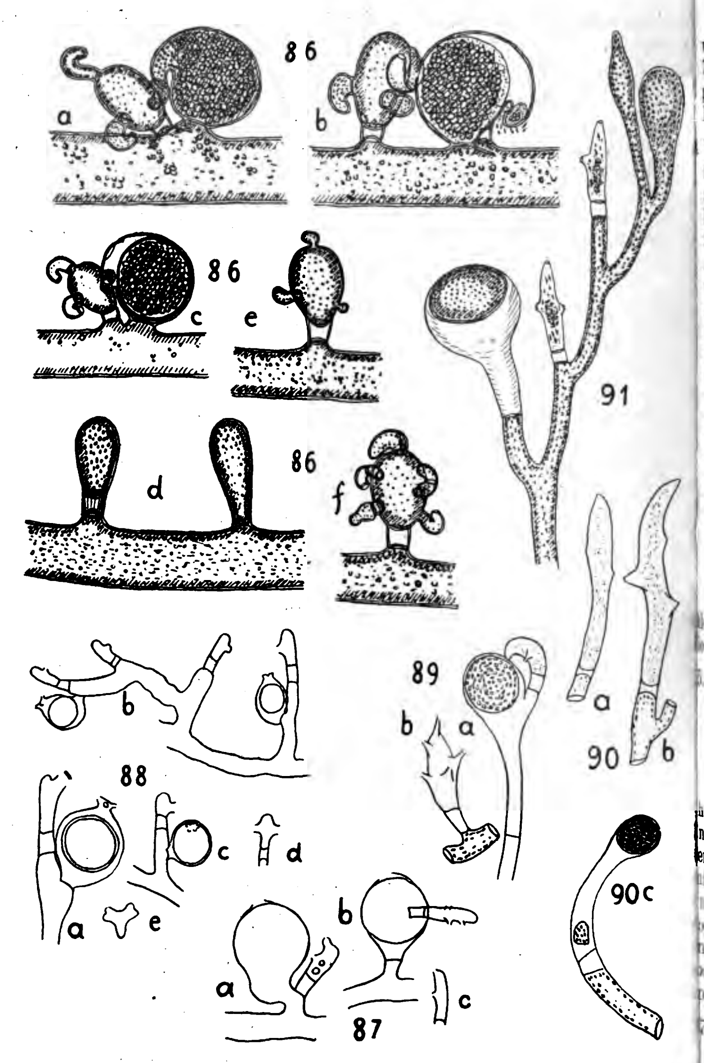


Fig. 86—91. 86 *Vaucheria synandra* a—c Oogonien und Antheridien in drei aufeinanderfolgenden Stadien. d—f Androphor in verschidenen Stadien. 87 *Vaucheria intermedia:* a, b Oogonium und Antheridium b Antheridium mit Öffnung an der Spitze. 88 *Vaucheria coronata:* a, b, c Teile des Thallus mit Antheridien und Oogonien zusammen, d ungewöhnliche Form des Antheridiums, e Krone des Oogoniums mit zwei eingekerbten und einem nicht gekerbten Befruchtungsschlauch. 89 *Vaucheria sphaerospora*: a Oogonium, b nicht ganz gewöhnliche Form

Forma *pendula* (Götz als Varietät). — Oogonien an abwärts gebogenen Stielen. Oosporen 82—99 μ lang, 71,5 bis 77 μ breit. — In fließendem Wasser dicke, polsterartige, kurz geschorene Rasen von gelber bis blaugrüner Farbe bildend. Bisher nur in der Schweiz.

4. **Vaucheria De Baryana** Woronin — (Fig. 85). — Thallusfäden 22—55 μ dick, oft mit Kalkinkonstationen. Antheridium am Ende des Fruchtastes, der entweder aufrecht endet oder hornartig gekrümmt ist. Es besitzt gewöhnlich 1—2, seltener 3—4 seitliche Ausstülpungen. Die Oogonien stehen unter dem Antheridium, jedes auf einem Stiel, einzeln, zu zweit oder zu dritt. Sie sind oval oder kugelrund und besitzen einen sehr kurzen vertikal gerichteten Schnabel. Die Oosporen sind 49—77 μ lang, 43—56 μ breit. Sie besitzen eine dreischichtige Membran und einen oder mehrere braune bis schwarze Flecken im Innern.

In fließendem Wasser, in Bächen, an Brunnenrändern dicke Polster oder Lager bildend, in stehendem Wasser wattenförmig, oft mit Kalk inkrustiert, auf feuchter Erde dünne nicht inkrustierte Überzüge bildend. — Eine der selteneren Arten, in Deutschland bei Halle a. S., bei Altona, in der Schweiz und in Böhmen, wahrscheinlich viel übersehen oder verwechselt.

Sect. Androphoreae Nordstedt.

Zahlreiche hornförmig gebogene Antheridien, die auf einer hlorophyllhaltigen, aufgeschwollenen Zelle, dem Androphor, sitzen, ie durch eine Begrenzungszelle vom Faden getrennt ist.

5. **Vaucheria synandra** Woronin — (Fig. 86). — Am Meeresstrand an der oberen Gezeitengrenze, selbst zwischen Gras.

Sect. Piloboloideae Walz em. Nordstedt.

Die Antheridien sind nur durch eine Begrenzungszelle vom hallus getrennt. Die Befruchtungsöffnungen finden sich meist am nde kurzer, aus dem Antheridium hervorragender Schläuche, die in er Ein- oder Mehrzahl auftreten. Das Oogonium sitzt unmittelbar uf dem Thallusfaden selbst oder auf einem Seitenzweige, nur bei ner Art ist es meist durch eine Begrenzungszelle getrennt. Das ogonium hat meist eine Befruchtungsöffnung, nur bei einer Art nden sich mehrere. Ungeschlechtliche Fortpflanzung, durch Aplaosporen, ist nur bei einer Art bekannt. — Alle Arten sind Beohner des Meeresstrandes.

7. **Vaucheria coronata** Nordstedt — (Fig. 88). — Am Meeresstrande nahe der oberen Gezeitengrenze, auch zwischen Gras.

8. **Vaucheria intermedia** Nordstedt — (Fig. 87). — Dänemark und Schweden an der Meeresküste.

er Antheridien. 90 *Vaucheria litorea*: a b Antheridien, c langes aber chlankes Oogoüium. 91 *Vaucheria piloboloides:* Faden mit Antheridien nd Oogonien. 86 $^{80}/_1$ 91 $^{45}/_1$ nach Woronin, 87, 88, 89, 90 nach Nordstedt.

19. **Vaucheria sphaerospora** Nordstedt (incl. var. *divica* Holderup-Rosenvinge, Fig. 89). — Am Meeresstrand zwischen den Gezeitengrenzen, meist über der Mitte.

20. **Vaucheria piloboloides** Thuret (= *V. fuscescens* Kützing, Fig. 91). — Ostseeküste bei Warnemünde, Adriatisches Meer.

21. **Vaucheria litorea** Hofman Bang et C. A. Agardh (= *V. clavata* Lyngbye Fig. 90). — Nord- und Ostsee, Adriatisches Meer.

Vaucheriopsis Heering.

Thallus schlauchförmig wie bei *Vaucheria*, aber ohne Öl. Antheridien und Oogonien an seitlichen Ästen. Antheridien am Ende der Äste oft stark gekrümmt aber auch gestreckt walzenförmig. Die Chromatophoren in ihnen ziehen sich zu einem zentral gelegenen Pfropf zusammen, der rings von körnigem Plasma umgeben ist. Oogonium ohne Schnabel oder Papille. Eizelle durch Aufreißen der Oogonienmembran freiwerdend und nur in losem Verband mit dem Thallus bleibend. Ausstoßung von Plasma bei der Befruchtung findet nicht statt. Oospore nach der Befruchtung von einer einfachen Membran umgeben. Inhalt sich nicht verfärbend sondern grün bleibend.

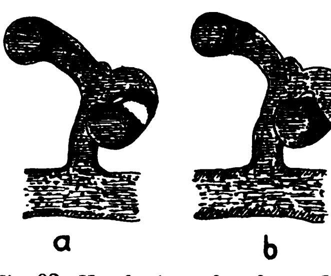


Fig. 92. *Vaucheria arrhyncha:* a Oogonien im Stadium des Wanderplasmas, b Oogonien mit Scheidewand (nach Heidinger).

Einzige Art:

Vaucheriopsis arrhyncha (Heidinger) Heering (= *Vaucheria arrhyncha* Heidinger — Fig. 92). — Thallusfäden 100 μ dick. Geschlechtsorgane auf Seitenzweigen, die an der gekrümmten Spitze ein kurzes Antheridium tragen und unter diesem 1—2 Oogonien. Die Ebene, in der das Antheridium liegt, bildet mit der Oogonienebene meist einen rechten Winkel. Oosporen kugelrund, 150 μ im Durchmesser.

Bisher in einem Graben bei Neuhäuser bei Freiburg i. B.

Dichotomosiphon Ernst.

Thallus schlauchförmig, verzweigt, grün, mit farblosen Rhizoiden. Verzweigung di- bis polychotomisch; an älteren Abschnitten treten auch sekundäre Seitenzweige auf. Zweige an der Basis bis auf die Hälfte des Durchmessers ringförmig eingeschnürt, längere Äste auch zwischen den Verzweigungen. Assimilationsprodukt und Reservematerial Stärke. Vegetative Vermehrung durch Akineten (Brutkeulen), die am Ende rhizoidartiger Seitenzweige gebildet werden. Diese sind dicht mit Reservestoffen angefüllt und keimen meistens nach vorhergegangenem Ruhestadium. Geschlechtliche Fortpflanzung durch Eibefruchtung. Antheridien und Oogonien an der Spitze

der Endverzweige derselben Tragsprosse. Antheridien im Innern mit Chromatophoren. Der größte Teil des Protoplasmas zieht sich mit den Kernen, Chromatophoren und Stärkekörnern zu einem dichten Pfropf zusammen. Oogonium mit Empfängnispapille. Der Inhalt wird zur Eizelle durch Umlagerung und ohne Ausstoßung von Plasma. Oospore nach der Befruchtung von einer einfachen Membran umgeben. Inhalt sich nicht verfärbend, sondern grün bleibend.

Einzige Süßwasserart[1] [2]:

Dichotomosiphon tuberosus Ernst (= *Vaucheria tuberosa* A. Braun in Kützing — Fig. 93, 94). — Thallusfäden 40—125 μ dick. Länge der zwischen aufeinanderfolgenden Verzweigungsstellen gelegenen Fadenglieder zwischen 0,1 und 25 mm schwankend (je nach den Ernährungsverhältnissen). Brutkeulen gerade gestreckt oder keulenförmig gebogen, 0,2—5 mm lang, 0,2 bis

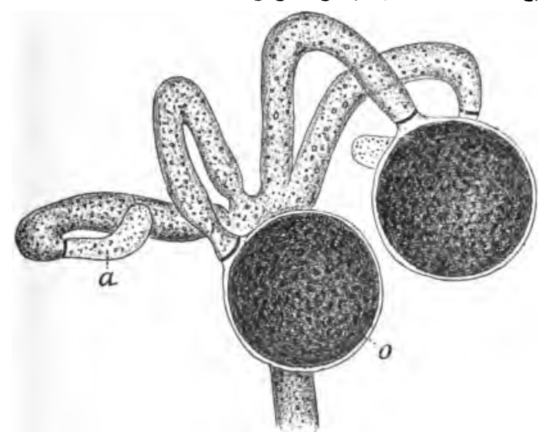


Fig. 93. *Dichotomosiphon tuberosus* mit Oogonien und Antheridien. (Nach Ernst aus Oltmanns).

0,4 mm breit. Antheridien 130—200 μ lang, 35—50 μ breit, gerade gestreckt oder mehr oder weniger gebogen, an der Spitze häufig etwas verbreitert. Oogonien zu drei bis vier, selbst zu sechs zusammenstehend, kugelig, auf der dem Tragsprosse zugekehrten Seite zu einer farblosen Empfängnispupille ausgezogen. Durchmesser 250—320 μ. Oospore kugelförmig, im Oogonium eingeschlossen bleibend, dunkelgrün und undurchsichtig. Durchmesser 250—280 μ. — Beschatteter Bach, Sumpfgraben, in Tümpeln im Marschland, in Sümpfen, Flüssen, Seen. In Nordamerika im Michigansee in 5—6 m Tiefe. Im Gebiete ist sie am häufigsten in der Schweiz beobachtet.

1) Es ist auch eine marine Art *Dichotomosiphon pusillus* Collins beschrieben, deren Zugehörigkeit zur Gattung aber nicht sicher feststeht.

2) Es ist nicht ausgeschlossen und einzelne Tatsachen sprechen dafür, daß im Süßwasser noch eine zweite etwas kleinere Form (ob Art?) vorkommt. (A. P.)

(Granson, Züricher See, Crévin, Bodensee), bei Besançon in einem Saône-Sumpf. Sie ist aber sicher weiter verbreitet. Auch in Böhmen beobachtet.

Arten, die ungenügend bekannt, zu streichen oder auszuschließen sind.

Conferva amphibia Dillwyn: Art der *Corniculatae Racemosae*.

Conferva bullosa Roth: Wahrscheinlich *V. sessilis*.

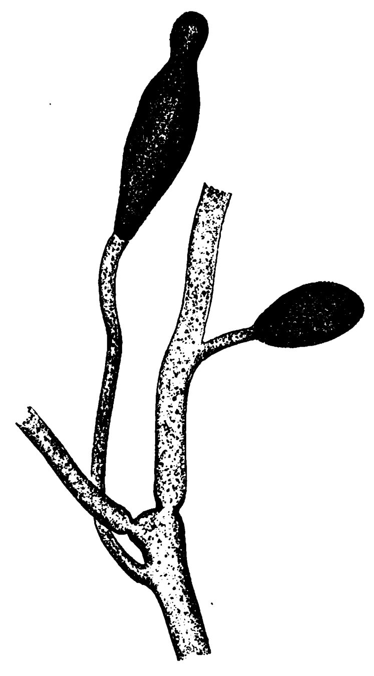


Fig. 94. *Dichotomosiphon tuberosus*: Brutkeulen. (Nach Ernst aus Oltmanns).

Conferva bursata Müller: Art der *Corniculatae Racemosae* oder *Sessiles*.

Conferva canalicularis L.: Vielleicht *V. geminata*.

Conferva dilatata Roth: Umfaßt verschiedene Formen. Anscheinend sind auch mit Gallen besetzte *Vaucheria*-Exemplare hierher gerechnet worden, ebenso auch pathologisch veränderte *Cladophora*, vgl. S. 78. Eine der Formen ist *V. bursata* Ag. (s. unten).

Conferva fontinalis Blumenbach: Unvollständig bekannt.

Conferva frigida Roth: Wahrscheinlich = *Dillwynii*, S. 149.

Conferva glaucesceus Martins: Art der *Corniculatae Racemosae*.

Conferva intexta Pollini: Nur in vegetativem Zustand bekannt.

Conferva terrestris Martins: = *V. Dillwynii*, S. 149.

Conferva vesicata Dillwyn: Art der *Corniculatae Sessiles* oder der *Tubuligerae*.

Vaucheria appendiculata DC. (= *Ectosperma appendiculata* Vaucher): S. 137.

Vaucheria aquatica Lyngb. (= *Byssus aquaticus* Fl. Dan.): *Leptomitus clavatus* Ag.

Vaucheria Boryana Ag.: Nur in vegetativem Zustande bekannt.

Vaucheria bursata Ag.: Vielleicht eine Art der *Corniculatae Racemosae* mit Aplanosporen oder eine gallentragende *Vaucheria*.

Vaucheria caespitosa DC. (= *Ectosperma caespitosa* Vaucher): Wahrscheinlich zu *V. geminata* (s. S. 89), aber von Rabenhorst mit *V. sessilis* vereinigt und deshalb viele spätere Angaben unsicher.

Vaucheria circinnata Kütz.: S. 136.
Vaucheria cruciata DC. (= *Ectosperma cruciata* Vaucher). Abnorme Bildung von *Vaucheria geminata* oder einer verwandten Art.
Vaucheria elongata Ag. (= *Conferva rivularis* Fl. Dan.). Nur in vegetativem Zustand bekannt.
Vaucheria frigida Ag. (= *Ectosperma frigida* Nees): = *V. terrestris?*
Vaucheria fusca Ag. (= *Ceramium fuscum* Roth): Unvollständig bekannt.
Vaucheria granulata Lyngb.: (= *Ulva granulata* Fl. Dan.): *Botrydium granulatum*.
Vaucheria hamata DC. (= *Ectosperma hamata* Vaucher): Vielleicht *V. hamata* Walz, möglicherweise auch *V. terrestris.*
Vaucheria hamulata Kützing: Unvollständig bekannt. Art der *Corniculatae Racemosae.*
Vaucheria mammiformis DC. (= *Conferva mamiformis* Chantr.): Nur in vegetativem Zustand bekannt.
Vaucheria marina Lyngb.: *Derbesia marina* Sol.
Vaucheria maritima Kütz.: Nur in vegetativem Zustand bekannt.
Vaucheria multicapsularis Lyngb.: Wahrscheinlich Moosprotenema.
Vaucheria multicornis DC. (= *Ectosperma multicornis* Vaucher): Durchwachsungsform von *V. terrestris* oder *V. geminata.*
Vaucheria ovata DC. (= *Ectosperma ovata* Vaucher): Wahrscheinlich *V. geminata* nur mit Aplanosporen.
Vaucheria ovoidea Hassall: Art der *Corniculatae Racemosae.*
Vaucheria polymorpha Wood: Vielleicht *V. geminata* und eine gynandrische Form von *V. sessilis.*
Vaucheria polymorpha Meyen: Vielleicht *V. terrestris* und *V. sessilis* vermengt.
Vaucheria pusilla Lyngb.: *Codiolum pusillum* Kjellen.
Vaucheria pyrifera Kütz.: Wahrscheinlich *V. dichotoma* mit anormalen Oogonien. Im Süßwasser in Italien.
Vaucheria racemosa DC. (= *Ectosperma racemosa* Vaucher): Eine der Arten der *Corniculatae Racemosae.* Vgl. S. 89.
Vaucheria radicata Ag.: *Botrydium granulatum.*
Vaucheria sacculifera Kütz.: S. 137.
Vaucheria salina Kütz.: Vielleicht *V. dichotoma.*
Vaucheria terrestris DC. (= *Ectosperma terrestris* Vaucher): Ob diese Art mit *V. terrestris* Lyngb. em. Walz identisch ist, läßt sich nicht mehr nachweisen.
Vaucheria trifurcata Kütz.: Ungenügend bekannt. Wegen der charakteristischen dreigabeligen Endverzweigung könnte eine eigene Art vorliegen. In Deutschland in Gräben zwischen Characeen.
Vaucheria trigemina Kütz.: Anormale Ausbildung der Geschlechtsorgane.
Vaucheria Ungeri Thuret: Umfaßt verschiedene Arten der *Corniculatae.*
Vaucheria verticillata Menegh.: Anormale Ausbildung des Fruchtstandes, wie sie bei *V. uncinata* und *V. geminata* vorkommt.
Vaucheria vesiculosa Kütz.: Wahrscheinlich keine *Vaucheria.*

Alphabetisches Namenverzeichnis der Siphonocladiales und Siphonales.

Die Ziffern bedeuten die Seiten. Bei den ausführlich besprochenen Arten ist nur die Seite der ausführlichen Besprechung angegeben. Die Varietäten sind hier nur dann angeführt, wenn sie sich mit Hilfe des zugehörigen Artnamens allein nicht leicht auffinden lassen. Kursiv gedruckt sind alle Synonyme. Die Namen der auszuschließenden und zu streichenden Arten sind ebenfalls kursiv gedruckt und außerdem mit einem Stern versehen.

Druck von Ant. Kämpfe in Jena.

Die Süßwasserflora Deutschlands, Österreichs und der Schweiz.

Bearbeitet von

Prof. Dr. G. **Beck von Mannagetta und Lerchenau** (Prag), Dr. O. **Borge** (Stockholm), J. **Brunnthaler** † (Wien), Dr. R. **Grönblad** (Helsingfors), Dr. W. **Heering** † (Hamburg), Prof. Dr. R. **Kolkwitz** (Berlin-Steglitz), Dr. E. **Lemmermann** † (Bremen), Dr. J. **Lütkemüller** † (Baden bei Wien), W. **Mönkemeyer** (Leipzig), Prof. Dr. W. **Migula** (Eisenach), Dr. M. **von Minden** (Hamburg), Prof. Dr. A. **Pascher** (Prag), Dr. H. **Printz** (Drontheim), Prof. Dr. V. **Schiffner** (Wien), Prof. Dr. J. **Schiller** (Wien), Prof. Dr. A. J. **Schilling** (Darmstadt), H. **von Schönfeldt** (Eisenach), C. H. **Warnstorf** (Berlin-Friedenau), Prof. Dr. F. N. **Wille** (Christiania), Kustos Dr. A. **Zahlbruckner** (Wien).

Herausgegeben von Prof. Dr. **A. Pascher** (Prag).

*) Heft 1: **Flagellatae I.** (Farblose Flagellaten.) Allgemeiner Teil, von A. Pascher; *Pantostomatinae*, *Protomastiginae*, *Distomatinae*, von E. Lemmermann. Mit 252 Abbildungen im Text. (IV, 138 S. 1914
Mk. 14.—, geb. Mk. 20.—

*) Heft 2: **Flagellatae II.** *Chrysomonadinae*, *Cryptomonadinae*, *Eugleninae*, *Chloromonadinae und gefärbte Flagellaten unsicherer Stellung.* Von A. Pascher und E. Lemmermann. Mit 398 Abbildungen im Text. IV, 192 S. 1913 Mk 20.—, geb. Mk 28.—

*) Heft 3: **Dinoflagellatae (Peridineae)** (*Flagellatae III*). Von A. J. Schilling. Mit 69 Abbildungen im Text. IV, 66 S. 1913 Mk 7.20, geb. Mk 13.—

Heft 4: **Volvocales** (*Flagellatae IV*, *Chlorophyceae I*), mit dem allgemeinen Teile der *Chlorophyceae*. Von A. Pascher und H. Printz.

*) Heft 5: **Chlorophyceae II.** *Tetrasporales. Protococcales. Einzellige Gattungen unsicherer Stellung.* Bearbeitet von E. Lemmermann, J. Brunnthaler und A. Pascher. Mit 402 Abbildungen im Text. 1915
Mk 25.60, geb. Mk 33.—

*) Heft 6: **Chlorophyceae III.** *Ulothrichales*, *Mikrosporales*, *Oedogoniales.* Von W. Heering. Mit 385 Abbildungen im Text. IV, 250 S. 1914 Mk 24.—, geb. Mk 32.—

Heft 12: **Araneae, Acarina und Tardigrada.** Von Friedrich Dahl, Berlin, F. Koenike, Bremen und A. Brauer, Berlin. Mit 280 Abbild. im Text. IV, 191 S. 1909 Mk 16.—, geb. Mk 20.80

Heft 13: **Oligochaeta und Hirudinea.** Von Professor Dr. W. Michaelsen, Hamburg und Dr. L. Johanson, Göttingen. Mit 144 Abbild. im Text. IV, 84 S. 1909 Mk 6.40, geb. Mk 11.20

Heft 14: **Rotatoria und Gastrotricha.** Von A. Collin, Berlin, H. Dieffenbach, Leipzig, R. Sachse, Leipzig und M. Voigt, Oschatz. Mit 507 Abbild. im Text. VI, 273 S. 1912 Mk 28.—, geb. Mk 32.80

Heft 15: **Nematodes, Gordiidae und Mermithidae.** Von Dr. L. A. Jägerskiöld, Göteburg, Dr. von Linstow, Göttingen und Dr. R. Hartmeyer, Berlin. Mit 155 Abbild. im Text. V, 92 S. 1909 Mk 7.20, geb. Mk 12.—

Heft 16: **Acanthocephali. — Register der Acanthocephalen und parasitischen Plattwürmer, geordnet nach ihren Wirten.** Bearbeitet von Max Lühe, Königsberg i. Pr. Mit 87 Abb. im Text. IV, 116 S. 1911 Mk 12.—, geb. Mk 16.80

Heft 17: **Parasitische Plattwürmer. I: Trematodes.** Von Max Lühe, Königsberg i. Pr. Mit 188 Abbild. im Text, IV, 217 S. 1909 Mk 20.—, geb. Mk 24.80

Heft 18: **Parasitische Plattwürmer. II: Cestodes.** Von Max Lühe, Königsberg. Mit 174 Abbild. im Text. IV, 153 S. 1910 Mk 16.—, geb. Mk 20.80

Heft 19: **Mollusca, Nemertini, Bryozoa, Turbellaria, Tricladida, Spongillidae, Hydrozoa.** Von Joh. Thiele, Berlin, R. Hartmeyer, Berlin, L. v. Graff, Graz, L. Böhmig, Graz, W. Weltner, Berlin und A. Brauer, Berlin. Mit 436 Abbild. im Text. IV, 199 S. 1909 Mk 16.—, geb. Mk 20.80

Flagellaten und Rhizopoden in ihren gegenseitigen Beziehungen. Versuch einer Ableitung der Rhizopoden. Von **Adolf Pascher,** Prag. Durchgeführt mit Unterstützung der Akademie der Wissenschaften in Wien (Ponti-Widmung). Mit 65 Abbildungen. (Sonderabdruck aus „Archiv für Protistenkunde“. Bd. 38.) III, 87 S. gr. 8⁰ 1917 Mk 6.—

Der Verfasser gibt hier eine zusammenfassende Darstellung seiner Hypothese, nach welcher die Rhizopoden keine „ursprünglichen“ primitiven Organismen, sondern abgeleitete Formen sind, die zum allergrößten Teile in gefärbten Flagellatenreihen wurzeln. In dieser Schrift werden nur für fast jede gefärbte Flagellatenreihe völlig rhizopodiale, ja sogar plasmodiale Formen nachgewiesen, die in ihrer Organisation echte Rhizopoden oft weit übertreffen, andererseits bieten die echten Rhizopoden selten gewichtige Momente, die sich nur im Sinne einer genetischen Beziehung zu den Flagellaten verstehen lassen. Aus gefärbten Flagellatenreihen scheint sich der größte Teil der Rhizopoden heranentwickelt zu haben. Damit ergeben sich für die weitere Rhizopodenforschung bestimmt orientierte Bahnen; die ganzen Rhizopoden sind nach diesem Gesichtspunkt auf ihre Deszendenz zu prüfen.

Das botanische Praktikum. Anleitung zum Selbststudiu[m der] mikroskopischen Botanik für Anfänger und Geübtere, zu[gleich] ein Handbuch der mikroskopisch. Technik. Von **E. Strasbur[ger].** Sechste Auflage. Bearbeitet von Dr. Max Koern[icke], Prof. der Botanik an der landwirtschaftlichen Hochschule [Bonn-] Poppelsdorf und der Universität Bonn. Mit 247 Holzsch[nitten] und 3 farbigen Abbildungen im Text. XXVI, 873 S. [gr. 8°] 1921 Mk 120.—, geb. Mk 1[...]

Aus der Natur, 1913, 9. Heft:

. . . ein Werk, das für den Anfänger wie für den Geübte[n in] gleicher Weise unentbehrlich ist und das in jedem biologischen La[bora-]torium (auch in höheren Lehranstalten) seine Stätte finden muß.

Das kleine botanische Praktikum für Anfänger. Anle[itung] zum Selbststudium der mikroskopischen Botanik und [Ein-]führung in die mikroskopische Technik. Von **E. Strasburg[er].** Neunte, verbess. Auflage. Bearbeitet von Dr. Max Koerni[cke], Prof. der Botanik an der landwirtschaftlichen Hochschule B[onn-] Poppelsdorf und der Universität Bonn. Mit 138 Holzschn[itten] und 3 farbigen Abbildungen im Text. X, 272 S. gr. 8° Mk 40.—, geb. Mk [...]

Pharmazeutische Zeitung 1913, Nr. 101:

. . . für den Anfänger die denkbar beste Einleitun[g in] die Botanik als Wissenschaft, die sich mit lebenden Dingen [und] nicht nur mit Pflanzenleichen beschäftigt. Dem Lehrer und dem Pha[rma-]zeuten gibt sie ein überaus klares Bild dessen, was er von der Bot[anik] als allgemeiner Disziplin wissen soll.

Das Buch wird gerade jenen eine Freude an der Botanik wec[ken,] die nur zu leicht geneigt sind, diese Wissenschaft als etwas Trock[enes] zu betrachten. An der Hand dieses Buches ist jeder Lern[be-]wollende fähig, sich allein eine vorzügliche botanis[che] Bildung zu schaffen und sich die mikroskopische Technik anzueig[nen.]

Dr. Reno Muschle[r.]

Anatomie der Pflanze. Von Dr. **Hans Molisch,** o. ö. P[rof.] und Direktor des pflanzenphysiologischen Institutes an [der] Universität Wien. Mit 126 Abbildungen im Text. 144 S. gr[. 8°] 1920 Mk 18.—, geb. Mk 24[.—]

Die zweite Auflage befindet sich im Druck.

Einführung in die botanische Mikrotechnik. Von **Hub[ert] Sieben,** Techniker am botan. Institut der Universität Bo[nn.] Zweite, vermehrte und verbesserte Auflage. Mit 22 A[b-]bildungen im Text. IX, 114 S. kl. 8° 1920 Mk 20.—, geb. Mk 36[.—]

Der Verfasser stellt in diesem Büchlein die im Bonner botanisc[hen] Institut seit Jahrzehnten bewährten Verfahren der Mikrotomtechnik s[o] genau und allgemeinverständlich dar, so daß auch der wenig Geübte u[nd] der Anfänger die Handhabung versteht und zugleich eine Re[ihe] von Rezepten und Vorschriften bekommt, die ihn mit der technisc[hen] Seite der botanischen Cytologie bekannt machen. Die Brauchbark[eit] des Buches ist durch den raschen Absatz der 1. Auflage erwiesen; [in] der neuen Auflage ist sie durch sorgfältige Bearbeitung und vielfa[che] Verbesserungen erhalten und gesteigert worden.


UNIVERSITY OF MICHIGAN
3 9015 00692 9155